普通高等教育土建学科专业"十五"规划教材

高校土木工程专业
指导委员会规划推荐教材

房屋建筑学

（第四版）

同济大学　西安建筑科技大学
东南大学　重庆大学　合编

中国建筑工业出版社

普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

房屋建筑学

（第四版）

同济大学　西安建筑科技大学
东南大学　重庆大学　合编

中国建筑工业出版社

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

图书在版编目（CIP）数据

房屋建筑学/同济大学等合编．—4版．—北京：中国建筑工业出版社，2005

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

ISBN 7-112-07540-8

Ⅰ．房…　Ⅱ．同…　Ⅲ．房屋建筑学－高等学校－教材　Ⅳ．TU22

中国版本图书馆CIP数据核字（2005）第083372号

普通高等教育土建学科专业"十五"规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

房屋建筑学

（第四版）

同济大学　西安建筑科技大学
东南大学　重庆大学　　合编

中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）
新华书店总店科技发行所发行
世界知识印刷厂印刷

开本：787×960 毫米　1/16　印张：29½　字数：614千字
2005年9月第四版　　2005年9月第二十五次印刷
印数：902821－912820册　定价：**49.00** 元

ISBN 7-112-07540-8
（13494）

版权所有　翻印必究
如有印装质量问题，可寄本社退换
（邮政编码　100037）

本社网址：http://www.china-abp.com.cn
网上书店：http://www.china-building.com.cn

本教材共分6篇：第1篇为概论，主要讲述房屋建筑学研究的内容和建筑物的主要组成部分及其作用；第2篇为建筑空间构成及组合，主要讲述建筑平面的功能分析和平面的组合设计，建筑物各部分高度的确定和剖面设计，建筑物体形组合和立面设计，建筑在总平面中的布置；第3篇为常用结构支承系统所适用的建筑类型，主要讲述墙承重结构支承系统所适用的建筑类型，骨架结构支承系统所适用的建筑类型，空间结构支承系统所适用的建筑类型；第4篇为建筑构造，主要讲述楼地层、屋盖及阳台、雨篷的基本构造，墙体的基本构造，墙及楼地面层，楼梯及其他垂直交通设施，门和窗，建筑防水构造，建筑保温、隔热构造，建筑变形缝，建筑工业化；第5篇为工业建筑设计，主要讲述工业建筑环境设计，单层工业建筑设计，多层工业建筑设计；第6篇为工业建筑构造，主要讲述单层工业建筑外墙及厂房大门、地面构造，单层工业建筑天窗构造，钢结构厂房构造，工业建筑特殊构造。

本教材既可作为高等院校土木工程专业的教材，也可供建筑设计、施工技术人员参考。

*　　*　　*

责任编辑：朱首明
责任设计：董建平
责任校对：刘　梅　孙　英

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第一版前言

本书系高等学校“工业与民用建筑”专业试用教材，是经过有关院校教师多次讨论，结合当前教学大纲要求编写的。书中阐述了民用和工业建筑设计与构造的基本原理及应用知识，包括建筑物理的有关内容，反映了我国建筑工程方面的新成就，吸取了国外建筑设计及构造方面的一些有益经验，并选用了国内某些工程的设计方案和构造详图供参考。全书分二篇：第一篇为民用建筑设计原理与构造，第二篇为工业建筑设计原理与构造。内容较为丰富，各院校可按各校的具体情况选用。

限于我们的水平和调查研究不够，还有不少漏编和不当之处，希在使用中提出批评指正。

本书为集体编写。同济大学、西安冶金建筑学院为主编单位。其中各章节的编写执笔人：第一篇第一、二、三、四章为同济大学来增祥；第五、六、七章为南京工学院唐厚炽；第八、九、十、十一章为同济大学傅信祁；第二篇第十二章为西安冶金建筑学院武克基；第十三章为西安冶金建筑学院广士奎，刘丙炎；第十四章、十七章第二节为西安冶金建筑学院广士奎；第十五章、十七章第一节为西安冶金建筑学院刘丙炎；第十六章为西安冶金建筑学院刘玉书；第十八章为西安冶金建筑学院夏云；第十九章、第二十一章第一节为重庆建筑工程学院王月娣；第二十章为重庆建筑工程学院刘撷琼；第二十二章为同济大学陈申源；第二十三章为西安冶金建筑学院夏云和同济大学陈申源。

本书由华南工学院邹爱瑜主审。华南工学院的魏彦钧，肖裕琴参加了审阅。

在编写过程中承蒙有关院校和各设计、施工单位大力支持，不少同志在提供资料和绘制部分插图等方面给了热情帮助，谨此表示感谢。

第二版前言

本书自1980年出版以来，经有关院校教学使用，反映较好。根据各院校使用者的建议，以及近年来教学改革的动态和科学技术的发展，我们对本教材进行了修订。

这次修订对原有篇、章不做大的变动，而是在内容和插图上进行了较为大量的修改、重写和充实工作，使修订后的教材有一个崭新的面貌出现。

本教材由同济大学傅信祁教授和西安冶金建筑学院广士奎教授主编，分别负责主编民用建筑和工业建筑两大部分。其中各章节的编写执笔人：第一篇第一、二、三、四章为同济大学来增祥，第五、六、七章为东南大学唐厚炽；第八章为同济大学钟金梁；第九章为同济大学傅信祁和施承继；第十、十一章为同济大学赵莲生；第十二章为同济大学傅信祁；第二篇第十三章为西安冶金建筑学院武克基；第十四章、第十五章为西安冶金建筑学院广士奎；第十六章为西安冶金建筑学院刘丙炎；第十七章第一节为西安冶金建筑学院刘玉书，第二节为西安冶金建筑学院广士奎；第十八章第一节为西安冶金建筑学院刘丙炎，第二节为西安冶金建筑学院广士奎；第十九章为西安冶金建筑学院刘丙炎；第二十章第一节为西安冶金建筑学院夏云，第二节为重庆建筑工程学院刘撷琼；第二十一章为西安冶金建筑学院刘丙炎和重庆建筑工程学院王月娣；第二十二章为重庆建筑工程学院刘撷琼；第二十三章为重庆建筑工程学院王月娣；第二十四章为同济大学陈申源，第二十五章第一、二、三、四节为同济大学陈申源，第五节为西安冶金建筑学院广士奎。

第二版教材由华南理工大学胡荣聪教授，贾爱琴、杨宝晟副教授主审。

限于我们的水平和资料不足，还有许多不合宜之处，希提出批评指正。

这次修订中承蒙有关院校和单位给予大力支持，许多同志在提供资料和绘制插图等给予热情的帮助，谨此表示感谢。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第三版前言

这次修订对主体部分未作大的变动，主要是更新了部分内容和插图，以便适时地跟上科学技术的发展。为了充分照顾到各校所处地区和学校特点的不同，在内容安排仍保留了原版的规模，以便各校结合具体情况酌情选用。

本教材由同济大学傅信祁教授和西安建筑科技大学广士奎教授主编，分别负责主编民用建筑和工业建筑两大部分。其中第三版各章节的编写执笔人为：第一篇第一、二、三、四章为同济大学朱增祥；第五、六章为东南大学唐厚炽；第七章为东南大学唐厚炽、杨维菊；第八章为同济大学刘昭如；第九章为同济大学傅信祁、施承继；第十、十一章为同济大学赵莲生、孟刚；第十二章为同济大学傅信祁、颜宏亮；第二篇第十三章为西安建筑科技大学万杰；第十四章为西安建筑科技大学赵西平；第十五、十八章为西安建筑科技大学广士奎；第十六、十九章为西安建筑科技大学王丽娜；第十七章第一节为西安建筑科技大学刘玉书，第二节为西安建筑科技大学广士奎；第二十章第一节为西安建筑科技大学成炎，第二十章第二节、第二十二章为重庆建筑大学穆雅君；第二十一、二十三章为重庆建筑大学黄冠文；第二十四章为西安建筑科技大学武六元及同济大学陈申源；第二十五章一、二、三、四节同济大学陈申源；第五节为西安建筑科技大学广士奎。

限于我们的水平和资料不足，还有许多不合宜之处，希望提出批评指正。

第三版教材由华南理工大学赵伯仁教授主审。

这次修订中承蒙有关院校和单位给予大力支持，许多同志在提供资料和绘制插图等给予热情的帮助。同济大学刘昭如老师和西安建筑科技大学成炎老师在该教材统稿方面协助主编做了不少工作。刘昭如老师还为审稿会议做了许多工作，谨此表示感谢。

第四版前言

本次修订对篇幅及内容作了较大的修改，主要是为了适应目前课程设置的需要以及房屋建造技术的发展。此外，为了帮助学生克服由于对工程实践不熟悉，因而对课程内容不容易理解的困难，本次修订时增添了一个附加光盘，里面提供许多由本书参编人员自行拍摄及收集的工程的实景照片给使用本教材的师生在教学时作为参考。

本版的主编为同济大学刘昭如教授和西安建筑科技大学张树平教授，分别负责主编第1～4篇以及第5～6篇的内容。负责编写各章节内容的执笔人分别是：第1篇1～2章及第2篇1～4章为同济大学来增祥、刘昭如；第3篇1～3章为同济大学刘昭如；第4篇1～2章为东南大学唐厚炽、同济大学刘昭如，第3章为同济大学刘昭如、颜宏亮，第4章为同济大学刘昭如，第5章为东南大学唐厚炽，第6章为同济大学刘昭如，第7章为同济大学孟刚，第8章为同济大学刘昭如、颜宏亮；第9～10章为同济大学刘昭如；第11章为同济大学颜宏亮，第5篇第1章为西安建筑科技大学张树平，第2章为西安建筑科技大学闫增峰、赵西平，第3章为西安建筑科技大学武六元、郭华，第4章为西安建筑科技大学何梅、岳鹏；第6篇第1～2章为重庆大学王雪松，第3章为西安建筑科技大学万杰，第4章为西安建筑科技大学赵西平。参加光盘相应内容的收集和制作的还有同济大学林怡及重庆大学的温江、袁渊、高露、张洁。另外，光盘的制作过程中还得到同济大学陈伟莹同学和西安建筑科技大学白磊、刘元同学的帮助。

本版教材的主审人为同济大学傅信祁教授。

对于这次不再参加编写的老教授们，本版教材的所有编写人员想借前言的一角向你们表示敬意，感谢你们几十年来对教育事业的孜孜追求以及对本教材不断修订完善所作出的不懈努力，希望你们对本教材保持关注并多提出宝贵意见。同样，对于一直给予本教材以关怀的各方人士，对教材内容以及编写方面存在的不足，也恳请能够不吝赐教。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

目　录

第1篇　概　论

第1章　房屋建筑学研究的主要内容 …… 1
1.1　建筑设计的内容 …… 1
1.2　建筑物的分类及主要组成部分 …… 3
1.3　建筑物的构成系统分析 …… 5
第2章　建筑设计的程序及要求 …… 7
2.1　建筑设计的程序 …… 7
2.2　建筑设计的要求 …… 9

第2篇　建筑空间构成及组合

第1章　建筑平面的功能分析和平面组合设计 …… 11
1.1　建筑物使用部分的平面设计 …… 11
1.2　建筑物交通联系部分的平面设计 …… 18
1.3　建筑平面的组合设计 …… 23
第2章　建筑物各部分高度的确定和剖面设计 …… 30
2.1　建筑物各部分高度的确定 …… 30
2.2　建筑物层数和总高度的确定 …… 34
2.3　建筑剖面的组合方式和空间的利用 …… 35
第3章　建筑物体型组合和立面设计 …… 40
3.1　建筑体型和立面设计的要求 …… 40
3.2　建筑体型的组合 …… 43
3.3　建筑立面的设计 …… 46
第4章　建筑在总平面中的布置 …… 53
4.1　建筑物与基地红线的关系 …… 53
4.2　建筑物与周边环境的关系 …… 54
4.3　建筑物与基地高程的关系 …… 59

第3篇　常用结构体系所适用的建筑类型

第1章　墙体承重结构所适用的建筑类型 …… 61

1.1 砌体墙承重体系的特点及其所适用的建筑类型 …… 62
1.2 钢筋混凝土墙承重体系的特点及其所适用的建筑类型 …… 64
第2章 骨架结构体系所适用的建筑类型 …… 68
2.1 框架体系的特点及其所适用的建筑类型 …… 68
2.2 框剪、框筒等体系的特点及其所适用的建筑类型 …… 72
2.3 板柱体系的特点及其所适用的建筑类型 …… 73
2.4 单层刚架、拱及排架体系的特点及其所适用的建筑类型 …… 74
第3章 空间结构体系所适用的建筑类型 …… 80
3.1 常用的空间结构体系 …… 80
3.2 空间结构体系所适用的建筑类型 …… 88

第4篇 建筑构造

第1章 建筑构造综述 …… 92
1.1 建筑构造的研究对象 …… 92
1.2 研究建筑构造的基本方法 …… 92
1.3 建筑构造设计遵循的基本原则 …… 94
1.4 建筑构造详图的表达方式 …… 95
第2章 楼地层、屋盖及阳台、雨篷的基本构造 …… 96
2.1 楼地层的基本构造 …… 96
2.2 屋盖系统的基本构造 …… 108
2.3 阳台、雨篷等部件的基本构造 …… 120
第3章 墙体的基本构造 …… 125
3.1 墙体概述 …… 125
3.2 砌体墙的基本构造 …… 126
3.3 轻质内隔墙、隔断的基本构造 …… 145
3.4 非承重外墙板及幕墙的基本构造 …… 154
第4章 墙及楼地面面层 …… 171
4.1 粉刷类面层 …… 171
4.2 粘贴类面层 …… 175
4.3 钉挂类面层 …… 178
4.4 裱糊类面层 …… 189
第5章 基础 …… 191
5.1 基础的作用及其与地基的关系 …… 191
5.2 基础的埋置深度 …… 191
5.3 基础的类型 …… 192
第6章 楼梯及其他垂直交通设施 …… 198

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

6.1 楼梯的组成 …… 198
6.2 楼梯的结构形式 …… 202
6.3 楼梯常用施工工艺 …… 206
6.4 楼梯设计概要 …… 217
6.5 台阶和坡道构造 …… 221
6.6 有高差处无障碍设计的构造问题 …… 223
6.7 电梯和自动扶梯 …… 226
第7章 门和窗 …… 232
7.1 门窗概述 …… 232
7.2 门窗的组成 …… 234
7.3 门窗开启方式及门窗开启线 …… 242
7.4 门窗的安装 …… 246
7.5 门窗的防水构造及热工性能控制 …… 250
7.6 特殊门窗的构造 …… 252
第8章 建筑防水构造 …… 257
8.1 建筑防水构造综述 …… 257
8.2 建筑屋面防水构造 …… 258
8.3 建筑外墙防水构造 …… 275
8.4 建筑地下室防水构造 …… 279
8.5 建筑室内防水构造 …… 284
第9章 建筑保温、隔热构造 …… 286
9.1 建筑热工构造原理综述 …… 287
9.2 建筑外围护结构保温构造 …… 290
9.3 建筑外围护结构隔热构造 …… 302
第10章 建筑变形缝构造 …… 306
10.1 变形缝设置的要求 …… 306
10.2 设变形缝处建筑的结构布置 …… 310
10.3 变形缝盖缝构造 …… 314
第11章 建筑工业化 …… 319
11.1 建筑工业化概述 …… 319
11.2 预制装配式的建筑 …… 320
11.3 现浇或现浇与预制相结合的建筑 …… 333
11.4 配套设备的工业化 …… 336
11.5 模数制度及模数尺寸协调 …… 340

第5篇 工业建筑设计

第1章 工业建筑概述 …… 344
1.1 工业建筑的特点、分类与设计要求 …… 344
1.2 厂房内部起重运输设备 …… 347
第2章 工业建筑环境设计 …… 349
2.1 厂房的热环境 …… 349
2.2 厂房的光环境 …… 358
2.3 厂房的声环境 …… 365
2.4 洁净厂房设计 …… 369
第3章 单层工业建筑设计 …… 375
3.1 单层工业建筑的结构类型与构件组成 …… 375
3.2 单层工业建筑的柱网选择 …… 378
3.3 单层工业建筑剖面与屋面排水方式 …… 382
3.4 单层工业建筑的定位轴线 …… 385
第4章 多层工业建筑设计 …… 393
4.1 多层工业建筑概论 …… 393
4.2 生产工艺流程和柱网选择 …… 395
4.3 楼、电梯间和生活间布置 …… 399
4.4 多层厂房技术经济分析 …… 402

第6篇 工业建筑构造

第1章 单层工业建筑外墙及厂房大门、地面构造 …… 405
1.1 单层工业建筑外墙构造 …… 405
1.2 厂房大门构造 …… 411
1.3 厂房地面构造 …… 416
第2章 单层工业建筑天窗构造 …… 419
2.1 矩形天窗 …… 419
2.2 平天窗 …… 424
2.3 矩形通风天窗 …… 426
2.4 下沉式天窗 …… 429
2.5 锯齿形天窗及其他天窗 …… 435
第3章 钢结构厂房构造 …… 440
3.1 压型钢板外墙 …… 440
3.2 压型钢板屋顶 …… 444
3.3 金属梯与走道板 …… 446

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第4章 工业建筑特殊构造 …… 450
4.1 防爆 …… 450
4.2 防腐蚀 …… 453
4.3 屏蔽 …… 456
主要参考文献 …… 460

第1篇 概 论

第1章 房屋建筑学研究的主要内容

房屋建筑学是适合土木工程类专业人员了解和研究建筑设计的思路和过程、建筑物的构成和细部构造以及它们与其他相关专业，特别是与结构专业之间密切联系的一门专业基础学科。作为一门内容广泛的综合性学科，它涉及到建筑功能、建筑艺术、环境规划、工程技术、工程经济等诸多方面的问题。同时，这些问题之间又因共存于一个系统中而相互关联、相互制约、相互影响。随着人类物质生活水平的不断提高以及社会整体技术力量，特别是工程技术水平的不断发展，作为该系统中的各个层面都会不断发生变化，它们之间的相关关系也会随之发生变化。因此，在学习这门课程的过程中，应当带有系统的眼光和发展的眼光。

1.1 建筑设计的内容

建筑设计包括两方面的内容。主要是指对建筑空间的研究以及对构成建筑空间的建筑物实体的研究。

建筑空间是供人使用的场所，它们的大小、形态、组合及流通关系与使用功能密切相关，同时往往还反映了一种精神上的需求。例如人类的祖先在远古时代开始营穴居时，是找寻可以容身的洞穴（空间）以遮挡风雨或躲避野兽的侵袭。他们随之学会了利用树枝、土块、石块这样一些容易获得的天然材料来搭建简易的建筑物（图 1-1-1-1），并且开始建造一些原始的宗教建筑如石环、石台等等（图 1-1-1-2）。时至今日，我们依然可以从这些遗迹中发现其空间的围合方式、空间的尺度等方面都带有强烈的精神方面的指向，并反映着当时人类宗教活动的痕迹。就是现代最为普通的建筑类型——住宅，在考虑其空间组合时，也是不但需要满足居住者使用上的方便，例如将厨房和餐厅就近安排等等，还要注意保证卧室的私密性等与人的精神生活有关的内容（图 1-1-1-3）。因此，对建筑空间的研究，是建筑设计的核心部分，是设计人员首先关心的问题。本教材将在第 2 篇中介绍与此相关的知识。

但是，所有的空间都是需要围合分隔才能形成的。作为人类栖息活动的场

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

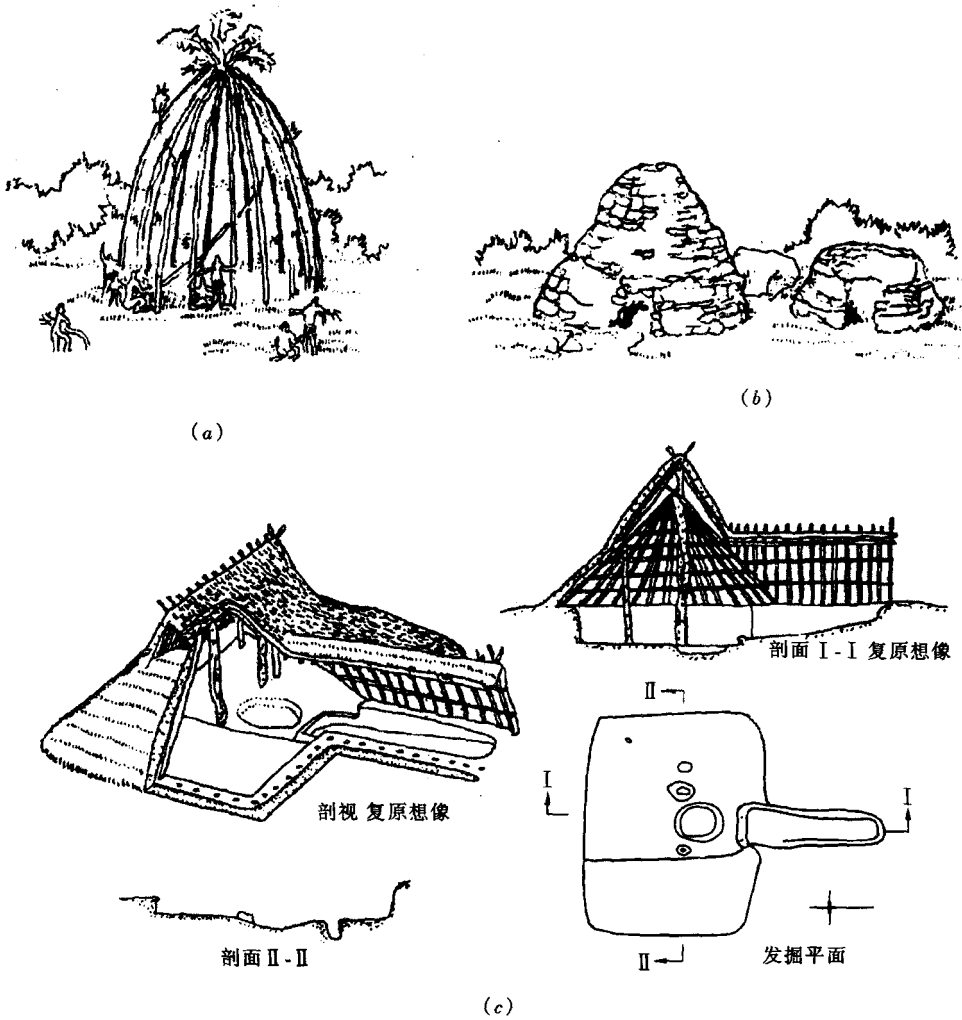
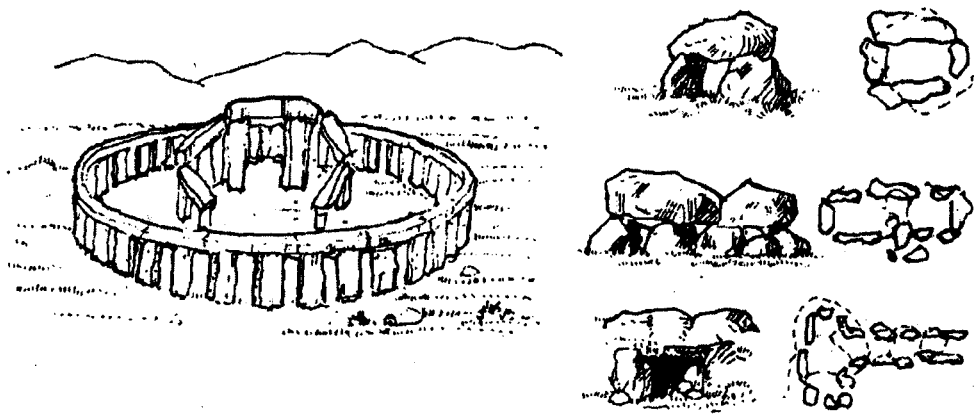


图 1-1-1-1　原始建筑物

(a) 树枝棚；(b) 石屋；(c) 陕西半坡村原始社会的建筑物

所，建筑物还应满足许多其他方面的物质需求，例如防水、隔热、保温等。因此在建筑设计的过程中，设计人员还必须注重对建筑物实体的研究。建筑物实体同时具有利用价值和观赏价值。其利用价值是指对空间的界定作用；而其观赏价值则是指对建筑形态的构成作用。例如图 1-1-1-4 所示的上海吴淞客运大厦，整个形体给人一种船体的感觉，比较符合这一建筑物的内涵与特征。本教材的主要篇幅将针对土木工程类专业的特点，从常用的建筑类型与结构支承系统之间的关系、建筑物的围护、分隔系统的构成以及它们的细部构造等几方面介绍对建筑物的实体进行研究时所涉及的方方面面。



(a)　　(b)

图 1-1-1-2　原始宗教与纪念性建筑物

(a) 石环；(b) 石台

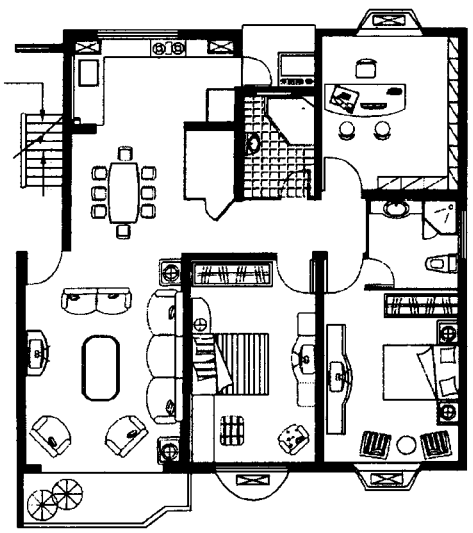


图 1-1-1-3　某住宅平面

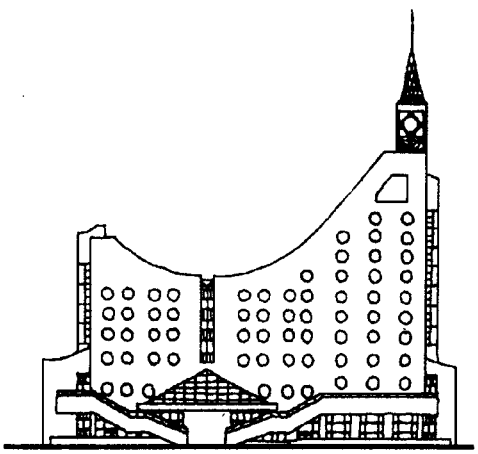


图 1-1-1-4　上海吴淞客运大厦

1.2　建筑物的分类及主要组成部分

1.2.1　建筑物的分类

建筑物根据其使用性质，通常可以分为生产性建筑和非生产性建筑两大类。生产性建筑可以根据其生产内容的区别划分为工业建筑、农业建筑等等不同的类别，非生产性建筑则可统称为民用建筑。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

生产类建筑的形式和规模往往由产品的生产工艺决定。但是一旦生产内容或生产工艺需要发生变化时，建筑往往也需要随之改变。有一些生产类建筑可以在一定范围内设计为通用型的，例如一些通用型的多层轻型厂房，可以满足多种加工类的产品的生产需要。又如一些现代化的农业生产基地，就往往选用成体系化建造的棚舍，以利于现代化的科学管理，并且能够适应经常的变动。

民用建筑根据其使用功能，又可再分为居住建筑和公共建筑两大类。

居住建筑一般包括住宅和宿舍。

住宅可以说是占民用建筑中比例最高的部分。随着我国人民生活水平的不断提高，特别是引入市场机制、实行住房改革以来，我国城镇居民对住宅的需求量逐年上升，住宅的单体和环境质量也日趋改良和提高。如今，放在建筑设计人员面前的主要任务，是如何改进住宅，尤其是最大量性的多层住宅的建造工艺，使其摆脱落后的传统营造方式，特别是尽量少用或不用黏土砖，而代之以新型的高效、节能的建筑材料，从而实现向住宅工业化和产业化的方向转变的目标。

公共建筑所涵盖的面较广，按其功能特征，大致可分为：

生活服务性建筑：如餐饮类、菜场、浴场等；

文教建筑：如各类学校、图书馆等；

托幼建筑：指幼儿园、托儿所；

科研建筑：如研究所、科研试验场馆等；

医疗建筑：如医院、诊所、疗养院等；

商业建筑：如商店、商场等；

行政办公建筑：如各类政府机构用房、办公楼等；

交通建筑：如各类空港码头、汽车站、地铁站等；

通信广播建筑：如电视台、电视塔、广播电台、邮电局、电信局等；

体育建筑：如各类体育竞技场馆、体育训练场馆等；

观演建筑：如电影院、音乐厅、剧院、杂技场等；

展览建筑：如展览馆、博物馆等；

旅馆建筑：如宾馆、饭店、招待所等；

园林建筑：如公园、动物园、植物园、各类城市绿化小品等；

纪念性建筑：如纪念堂、陵园等；

宗教建筑：如各种寺庙、教堂等。

公共建筑是提供为公众服务的场所，往往会有大量的人流，其完善的使用功能和安全性能是首先需要关注的问题。此外，许多公共建筑往往还与当地群众的政治、文化生活有关，而且有可能建造在城市的重要部位，并具有相当规模的体量，因此对其造型、外观和内部装修的要求也不容忽视。

1.2.2　建筑物的主要组成部分

建筑物通常由楼地层、墙或柱、基础、楼电梯、屋盖、门窗等几部分组成。

楼地层：其主要作用是提供使用者在建筑物中活动所需要的各种平面，同时将由此而产生的各种荷载，例如家具、设备、人体自重等荷载传递到支承它们的垂直构件上去。其中建筑物底层地坪可以直接铺设在天然土上，也可以架设在建筑物的其他承重构件上。楼层则可以单由楼板构成，或者也包括梁和楼板。它除了具有提供活动平面并传递水平荷载的作用外，还起着沿建筑物的高度分隔空间的作用。对于高层建筑而言，楼层是对抗风荷载等侧向水平力的有效支撑。

墙或柱：在不同结构体系的建筑中，屋盖、楼层等部分所承受的活荷载以及它们的自重，分别通过支承它们的墙或柱传递到基础上，再传给地基。在房屋的有些部位，墙体不一定承重。但无论承重与否，墙体往往还具有分隔空间或对建筑物起到围合、保护作用的功能。

基础：基础是建筑物的垂直承重构件与支承建筑物的地基直接接触的部分。基础的状况既与其上部的建筑状况有关，也与其下部的地基状况有关。

楼电梯：楼电梯是解决建筑物上下楼层之间联系的交通枢纽。特别是楼梯，由于使用时存在高差，对其安全性能应予以足够重视。

屋盖：除了承受由于雨雪或屋面上人所引起的荷载外，屋盖主要起到围护的作用，其防水性能及隔热或保温的热工性能是主要问题。同时，屋盖的形式往往对建筑物的形态起着非常重要的作用。

门窗：门窗用来提供交通及通风采光的方便。设在建筑物外墙上的门窗还兼有分隔和围护的作用。

1.3　建筑物的构成系统分析

从上节关于建筑物的主要组成部分的分析中不难看到，它们可以分属于不同的子系统，即建筑物的结构支承系统和围护、分隔系统。有的组成部分兼有两种不同系统的功能。除了这两个子系统之外，与建筑物主体结构有关的其他子系统，例如设备系统等，也会对建筑物的构成产生重要的影响。本节将着重讨论这些子系统的系统特征及其相关关系，以说明在设计建筑物时应如何从全局及细部两方面去考虑问题。

1.3.1　建筑物的结构支承系统

建筑物的结构支承系统指建筑物的结构受力系统以及保证结构稳定的系统。例如上节所讨论的使用荷载以及建筑物的自重经由屋盖、楼（地）层传至结构柱或墙，再经过基础传给地基。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

结构支承系统是建筑物中不可变动的部分，建成后不得随意拆除或削弱。设计时首先要求明确属于结构支承系统的主体部分，做到构件布局合理，有足够的强度和刚度，并方便力的传递，使结构变形控制在规范允许的范围内。

1.3.2　建筑物的围护、分隔系统

建筑物的围护、分隔系统指建筑物中起围合和分隔空间的界面作用的系统。例如上节中所提到的某些不承重的隔墙、门窗等等，它们可以用来分隔空间，也可以提供不同空间（包括建筑物的内部和外部）之间的联系。此外，许多属于结构支撑系统的建筑组成部分由于其所处的部位，也需要满足其作为围护结构的要求，例如楼板和承重外墙等。

属于建筑物的围护、分隔系统的建筑构、部件如果不是同时也属于支承系统，虽然可以应不同时期的使用要求而发生位置、材料、形式等的变动，但因其自重需要传递给其他支承构件，而且还应同时考虑安装时与其周边构件联接的可能性及稳定问题，所以在设计时应首先考虑满足这一层次的需要。

其次，作为围护、分隔构件，在其围合、分隔空间的作用中也包括对使用空间的物理特性，例如防水、防火、隔热、保温、隔声等要求的满足；还包括对建筑物某些美学要求，例如形状、质感等要求的满足。因此在设计时必须综合考虑各种因素的可能性及共同作用，创造安全、舒适、合理的环境。

1.3.3　与建筑物的主体结构有关的其他系统

在建筑物中，还有一些设备系统，例如电力、电信、照明、给排水、供暖、通风、空调、消防等等，需要建筑提供主要设备的安置空间，还会有许多管道需要穿越主体结构或是其他构件，它们同样会占据一定的空间，还会形成相应的附加荷载，需要提供支承。因此在设计时必须兼顾这一子系统对主体结构的相应要求，做到合理协调，留有充分的余地。

第2章　建筑设计的程序及要求

2.1　建筑设计的程序

一个设计单位要获得某项建设工程的设计权，除了必须具有与该项工程的等级相适应的设计资质外，在一般情况下，对于符合国家规定的工程建设项目招标范围和规模标准规定的各类项目，还应通过设计投标来赢得承揽设计的资格。当接受了建设方的委托，并与之依法签订相关的设计合同之后，设计方必须经过一定的设计程序，由参与设计的各个工种之间密切配合，才能在有关部门的监督下，完成设计任务。

建筑设计的程序一般可以分为方案阶段、初步设计阶段和施工图设计阶段。对有些小型和技术简单的城市建筑，可以以方案阶段代替初步设计阶段，而有些复杂的工程项目，则还需要在初步设计阶段和施工图设计阶段之间插入技术设计的阶段。

2.1.1　设计招投标

为了规范建筑工程设计市场，优化建筑工程设计，促进设计质量的提高，除了采用特定专利技术、专有技术或建筑艺术造型有特殊要求的项目，经有关部门批准后可以直接委托设计的以外，在规定范围内的工程项目一般都在方案阶段通过设计招投标来确定受委托的设计单位。

在招投标的过程中，招标方提供工程的名称、地址、占地面积、建筑面积等，还提供已批准的项目建议书或可行性研究报告，工程经济技术要求，城市规划管理部门确定的规划控制条件和用地红线图，可供参考的工程地质、水文地质、工程测量等建设场地勘察成果报告，供水、供电、供气、供热、环保、市政道路等方面的基础材料。投标方则据此按投标文件的编制要求在规定的时间内提交投标文件。投标文件一般可能包含由建筑总平面图、各建筑主要楼层平面图、建筑主要立面图和主要剖面图所组成的建筑方案，反映该方案设计特点的若干分析图和彩色建筑表现图或建筑模型，以及必要的设计说明。设计说明的内容以建筑设计的构思为主，也包括结构、设备各专业，环保、卫生、消防等各方面的基本设想和设计依据，同时还应提供设计方案的各项技术经济指标以及初步的经济估算。

在经专家评审后被认定为方案中标的设计单位，就获得了该项目的设计承

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

包资格。

2.1.2　初步设计阶段

按照我国现行的制度，在建设项目设计招投标过程中中标的设计单位，应该与建设方签订委托设计合同，并随之进入正式的设计程序。

进入设计程序后，尽管建筑的设计方案业已存在，并已通过了有关专家的评审和认同或是提出了修改意见，但建筑设计招投标的过程实际上仍可看作是对方案进行可行性研究的延续，主要是进行多方案的比较，建筑方案还停留在相对概念化的阶段，在进行正式设计的时候必然还需要经历修改、完善和不断细化直至可以提供给施工单位实施建设的过程。因此，在工程项目的初步设计阶段，主要要求各个专业的设计人员通力合作，对建筑方案按照项目的批准文件、城市规划的要求、工程建设强制性标准等方面的要求进行全面的设计和整合，使之在整体上能够达到基本完整，各专业之间设计配合良好，基本无冲突的效果，并能提供编制工程概算的依据，满足编制施工招标文件、主要设备材料定货和编制施工图设计文件的需要。

对设计人员而言，在初步设计开始的阶段，首先应当重新熟悉设计任务书、进一步收集在设计中会用到的资料，特别是应该去踏勘现场。尤其是在进行异地操作时，设计人员更应当切实了解项目所在地的环境情况，例如其气候条件、抗震设防烈度、周边的人文环境和建筑现状以及可能的施工条件等等，还有当地的一些有关地方性法规，以利在设计中予以充分的重视。此外，项目设计的总负责人应当注意调整各专业之间的设计进度和专业之间有可能产生的矛盾，各专业的设计人员则应在各专业负责人的带领下予以密切配合。

初步设计阶段的图纸和设计文件，要求建筑专业的图纸标明建筑的定位轴线和轴线尺寸、总尺寸、建筑标高、总高度以及与技术工种有关的一些定位尺寸，在设计说明中则应标明主要的建筑用料和构造做法；结构专业的图纸需要提供房屋结构的布置方案图和初步计算说明以及结构构件的断面基本尺寸；各设备专业也应提供相应的设备图纸、设备估算数量及说明书。在最后出图前，各参与设计的专业间应该进行互审和会签，以保证协作的协调、一致。根据这些图纸和说明书，工程概算人员应当在规定的期限内完成工程概算。以上要求如果因工程较为复杂而需要经过技术设计阶段来协调和研究各专业之间的技术问题的，则可通过这样的研究来予以解决。

在按照国家规定的设计深度完成了初步设计的设计文件后，设计单位应当经由建设单位向有关的监督和管理部门提交全部初步设计的设计文件，等候审批。在此期间，建设单位应当落实某些重要设备，如电梯等的订货；结构专业的设计人员则需根据初步设计的文件做出地质钻探的定位图纸并提交实施，未经实地勘探的项目是不允许进行施工图设计的。

2.1.3　施工图设计阶段

在初步设计的文件和建筑概算得到了有关部门和单位的批准后，设计单位可以着手进行建筑施工图的设计。

在施工图设计的阶段，设计人员对初步设计的文件进行细化处理，达到可以按图施工的深度，并且满足设备材料采购、非标准设备制作和施工的要求。例如，建筑专业的图纸应提供所有构配件的详细定位尺寸及必要的型号、数量等资料，还应绘制工程施工中所涉及的建筑细部详图。其他各专业则亦应提交相关的详细设计文件及其设计依据，例如结构专业的详细计算书等等，并且协同调整各专业的设计以达到完全一致。

在施工图文件完成后，设计单位应当将其经由建设单位报送有关施工图审查机构，进行强制性标准、规范执行情况等内容的审查。审查内容主要涉及：建筑物的稳定性、安全性，包括地基基础和主体结构是否安全可靠；是否符合消防、卫生、环保、人防、抗震、节能等有关强制性标准、规范；施工图是否达到规定的深度要求；是否损害公共利益等几个方面。施工图经由审图单位认可或按照其意见修改并通过复审且提交规定的建设工程质量监督部门备案后，施工图设计阶段全部完成。这时如果建设单位要求提供施工图预算，设计单位应当予以配合。

2.2　建筑设计的要求

建筑法规、规范和一些相应的建筑标准是对该行业行为和经验的不断总结，具有指导性的意义，尤其是其中一些强制性的规范和标准，具有法定意义。建筑设计除了应满足相关的建筑标准、规范等要求之外，原则上还应符合以下要求：

1. 满足建筑功能的需求

这是建筑最基本的要求。因为为人们的生产和生活活动创造良好的环境，是建筑设计的首要任务。例如设计学校，首先要满足教学活动的需要，教室设置应做到合理布局，使各类活动有序进行、动静分离、互不干扰；教学区应有便利的交通联系和良好的采光及通风条件，同时还要合理安排学生的课外和体育活动空间以及教师的办公室、卫生设备、储藏空间等等。又如工业厂房，首先应该适应生产流程的安排，合理布置各类生产和生活、办公及仓储等用房，使得人流、物流能方便有效地运行，同时还要达到安全、节能等各项标准。

2. 符合所在地规划发展的要求并有良好的视觉效果

规划设计是有效控制城市发展的重要手段。所有建筑物的建造都应该纳入所在地规划控制的范围。例如城市规划通常会给某个建筑总体或单体提供与城市道路连接的方式、部位等方面的设计依据。同时，规划还会对建筑提出形式、高度、色彩等方面的要求。有道是建筑是凝固的乐章，在这方面，建筑设计应当做

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

到既有鲜明的个性特征、满足人们对良好视觉效果的需求，同时又是整个城市空间和谐乐章中的有机部分。

3. 采用合理的技术措施

采用合理的技术措施能为建筑物安全、有效地建造和使用提供基本保证。随着人类社会物质文明的不断发展和生产技术水平的不断提高，可以运用于建筑工程领域的新材料、新技术层出不穷。根据所设计项目的特点，正确地选用相关的材料和技术，尤其是适用的建筑结构体系、合理的构造方式以及可行的施工方案，可以做到高效率、低能耗，兼顾建筑物在建造阶段及较长使用周期中的各种相关要求，达到可持续发展的目的。例如建筑物的门窗，看似只与通风、采光的需要有关，但因其要开启，有缝隙，故而涉及到防风、防水的密闭性能的问题；同时对于建筑物的围护结构构件而言，门窗又是热工性能的薄弱环节。因此，在我国的北方地区，常常选用导热系数低的工程塑料来制作门窗框和门窗扇的主体部分，又采用双层玻璃以及合适的门窗构造做法来保证其适应密闭和节能的需求。

4. 提供在投资计划所允许的经济范畴之内运作的可能性

工程项目的总投资一般是在项目立项的初始阶段就已经确定。在设计的各个阶段之所以要反复进行项目投资的估算、概算以及预算，就是要保证项目能够在给定的投资范围内得以实现或者根据实际情况及时予以调整。作为建设项目的设计人员，应当具有建筑经济方面的相关知识，特别是应当了解建筑材料的近期价格以及一般的工程造价，在设计过程中做到切实根据投资的可能性选用合适的建材及建造方法，合理利用资金，避免浪费不必要的人力和物力。这样，既体现了向建设单位负责，同时也是向国家和人民的利益负责。

第2篇　建筑空间构成及组合

第1章　建筑平面的功能分析和平面组合设计

一幢建筑物的平、立、剖面图，是这幢建筑物在不同方向的外形及剖切面的正投影，这几个面之间是有机联系的。建筑设计中将二维的平、立、剖面综合在一起，用来表达建筑物三维空间的相互关联及整体效果。

其中，平面图应该是建筑物各层的水平剖切图，是从各层标高以上大约直立的人眼的高度将建筑物水平剖切后朝下看所得的该层的水平投影图。建筑平面图既表示建筑物在水平方向各部分之间的组合关系，又反映各建筑空间与围合它们的垂直构件之间的相关关系。由于建筑平面通常最能表达建筑的功能要求，因此建筑设计往往最先从平面设计入手。但是在平面设计中，始终需要从建筑整体空间组合的效果来考虑问题，应该紧密联系剖面和立面设计的可能性和合理性，不断调整、修改平面，反复深入，才能取得好的效果。

从组成平面各部分空间的使用性质来分析，主要可以归纳为使用和交通联系两部分。

使用部分是指满足主要使用功能和辅助使用功能的那部分空间。例如住宅中的起居室、卧室等起主要功能作用的空间和卫生间、厨房等起次要功能作用的空间，工业厂房中的生产车间等起主要功能作用的空间和仓库、更衣室、办公室等起次要功能作用的空间，都属于建筑物中的使用部分。

交通联系部分是指专门用来连通建筑物的各使用部分的那部分空间。例如许多建筑物的门厅、过厅、走道、楼梯、电梯等等，都属于建筑物中的交通联系部分。

建筑物的使用部分、交通联系部分和结构、围护分隔构件本身所占用的面积之和，就构成了建筑物的总建筑面积。

1.1　建筑物使用部分的平面设计

建筑物内部的使用部分，主要体现该建筑物的使用功能，因此满足使用功能的需求是确定其平面面积和空间形状的主要依据。其中包括：

需使用的设备及家具所需占用的空间；

人在该空间中进行相关活动所需的面积(包括使用活动及进行室内交通的面积)。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

图2-1-1-1分别是学校中的一间教室和住宅中的一间卧室的室内使用面积构成示意。对于民用建筑而言，建筑设计人员除了需要了解一些常用的设备和家具的基本尺寸外，还需要了解人体的基本尺寸及与其活动有关的人体工效学方面的基本知识。对于生产性的建筑而言，由于不同的生产工艺需要不同的设备和生产流程，因此建筑设计人员只有与主管生产工艺的人员紧密合作，同时也了解在生产过程中人员的活动情况，才能作出正确的判断。

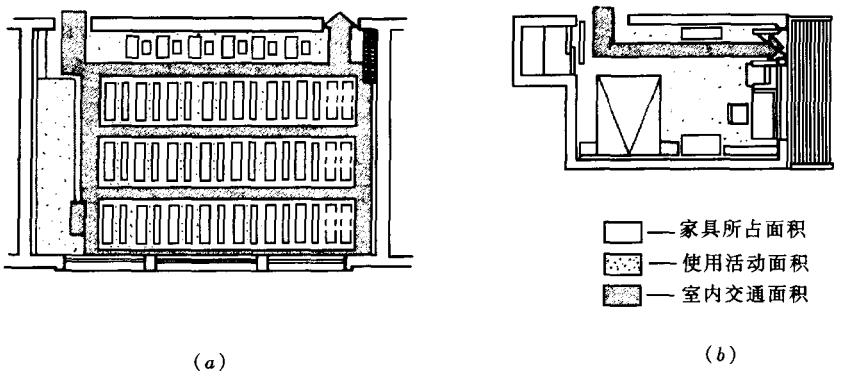


图2-1-1-1　教室及卧室中室内使用面积分析示意
(a) 教室；(b) 卧室

图2-1-1-2给出了部分民用建筑常用的家具尺寸。图2-1-1-3则从人体尺度及其活动所需的空间大小说明人体工效学在建筑设计中的作用。图2-1-1-4是人体工效学原理在上述教室及住宅卧室等空间中家具布置与面积使用构成当中的应用。

应当说明的是，相关研究所能提供的一般是起码的要求，许多尺寸与当时的经济条件、使用者的需要等都有关系。例如我国住宅的套面积在近十年来发生了很大的变化，就是与人民生活水平的大幅度提高，以及住宅供应的市场化运作有着密切关系的。为此，国家的有关部门通过大量的调查研究，不断累积经验，经常对各类建筑规范作出适时的修改，其中也包括对各类建筑物中面积指标限额的修改。这是建筑设计人员在进行设计时应当实行的可靠依据。此外，规范中提出的一些面积指标，特别是公共建筑的面积指标，往往折算到人均面积，例如食堂可以按照用餐人数和用餐部分及厨房部分的规定人均面积分别估算其总面积，但是在进行建筑设计时，仍然需要按照实际的使用需求来确定其使用的方式、流线及其平面形状。

与建筑物使用空间的平面形状有关的因素包括：

(1) 该空间中设备和家具的数量以及布置方式；

(2) 使用者在该空间中的活动方式；

(3) 采光、通风及热工、声学、消防等方面的综合要求。

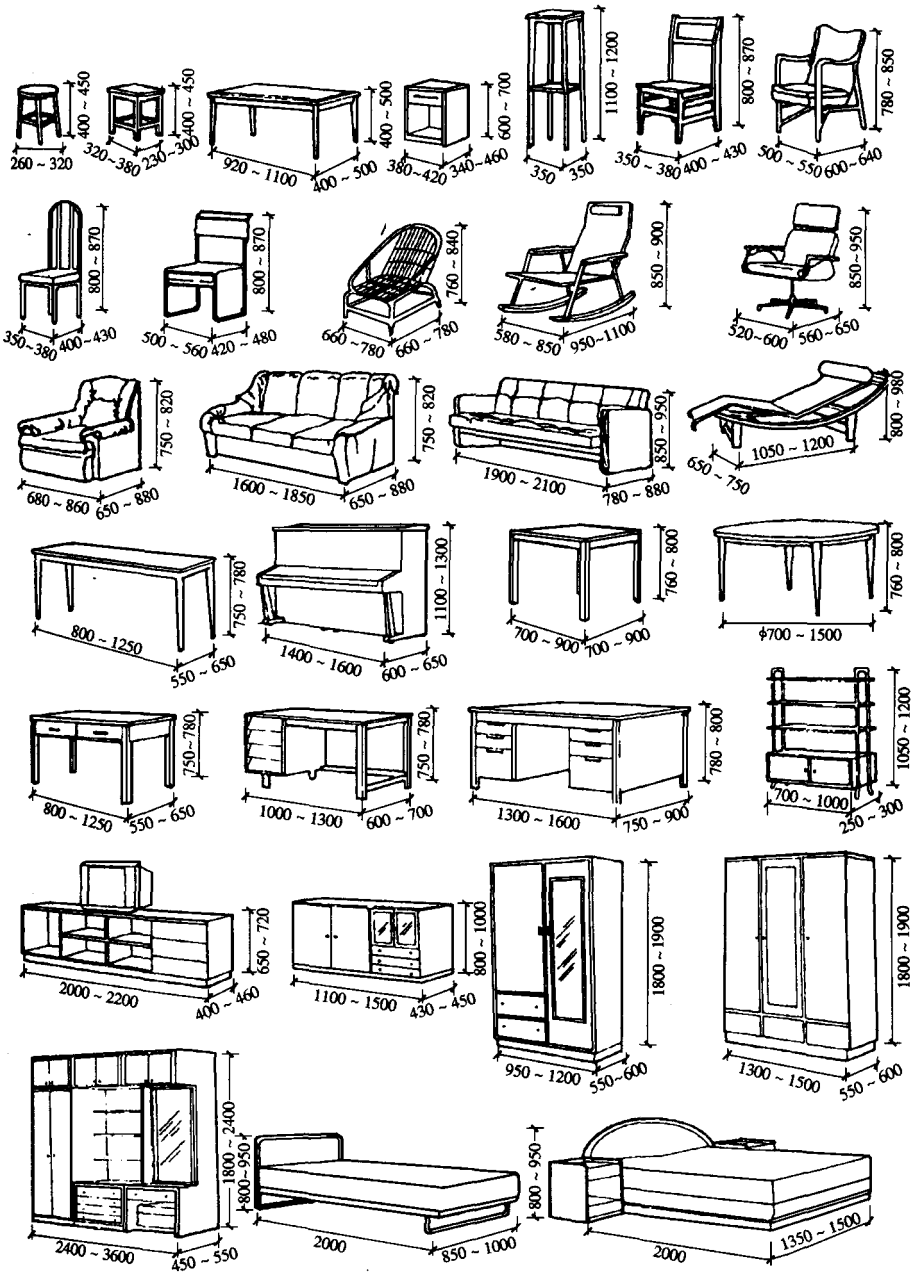
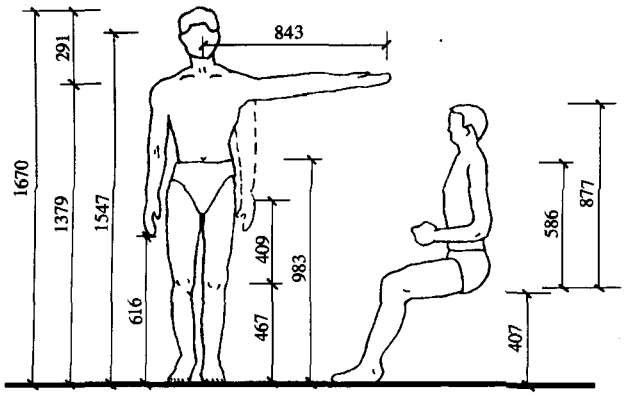


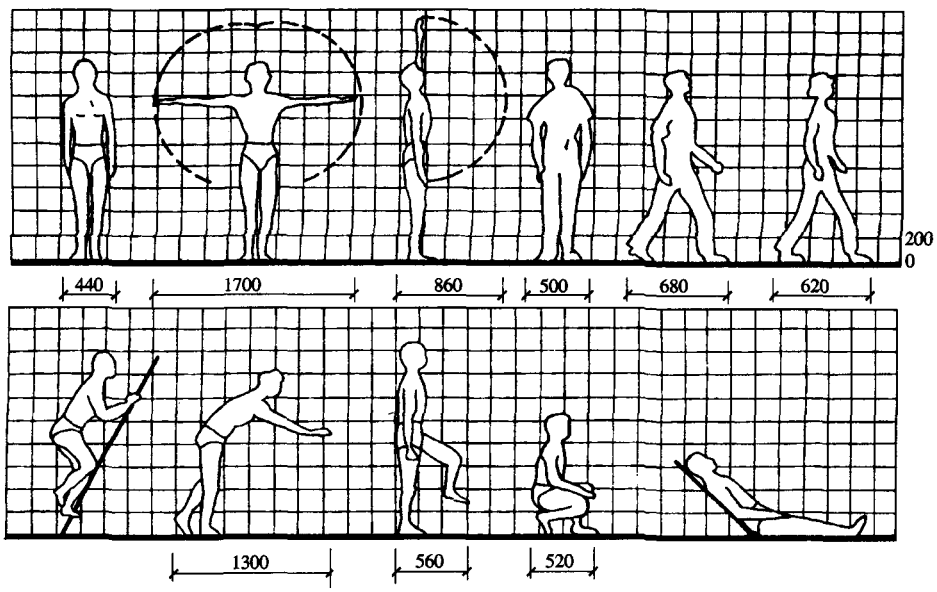
图 2-1-1-2　民用建筑常用家具尺寸

仍以中小学的教室为例，影响其平面形状的首要因素是课堂中所需容纳的学生人数以及课桌椅的排列方式。同样是 50 座的教室，虽采取同样大小的课桌椅和同样的排间距以及通道的宽度，不同的布置方式仍然会形成大不相同的平面形

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



(a)



(b)

图 2-1-1-3　人体尺度和人体活动所需的空间尺度

(a) 人体尺度；(b) 人体活动所需空间尺度

状（图 2-1-1-5）。但是如果考虑学生上课时的视听质量，按照学生在上课时座位离黑板的最大距离不大于 8.5m、边座与黑板的夹角不小于 30°的视线要求，则图 2-1-1-6 又可给出几种相同面积的教室的平面形状的可能性。再综合考虑教室经过组合后单、双侧自然采光对教室中照度及其均匀性的要求，可以分别做出图 2-1-1-7中所示的各种教室平面。

根据同样的道理，图 2-1-1-8 中所摘录的几个不同形状的音乐教室的平面，

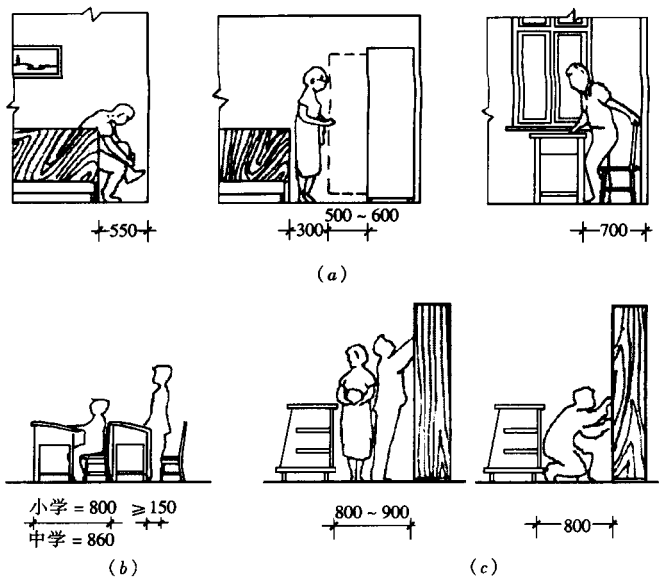


图 2-1-1-4　教室、卧室、营业厅中家具近旁必要尺寸

（a）卧室中；（b）教室中；（c）营业厅中

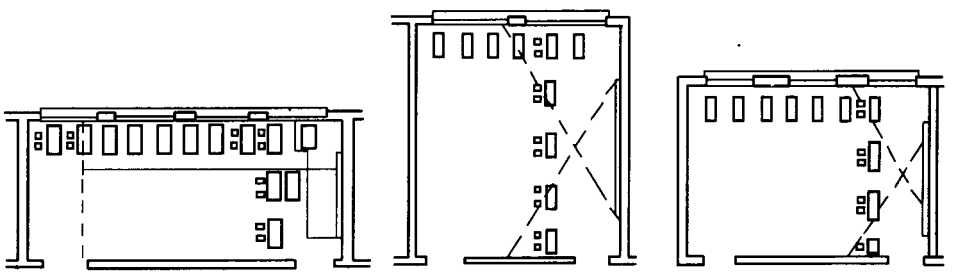


图 2-1-1-5　50 座矩形平面教室的布置

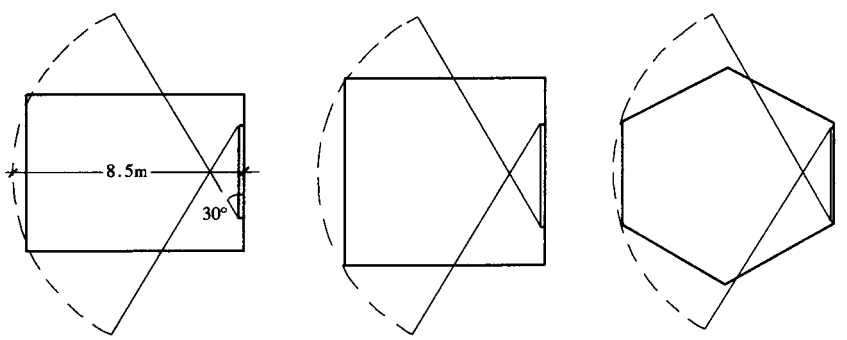


图 2-1-1-6　教室中基本满足视听要求的平面范围和形状的几种可能性

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

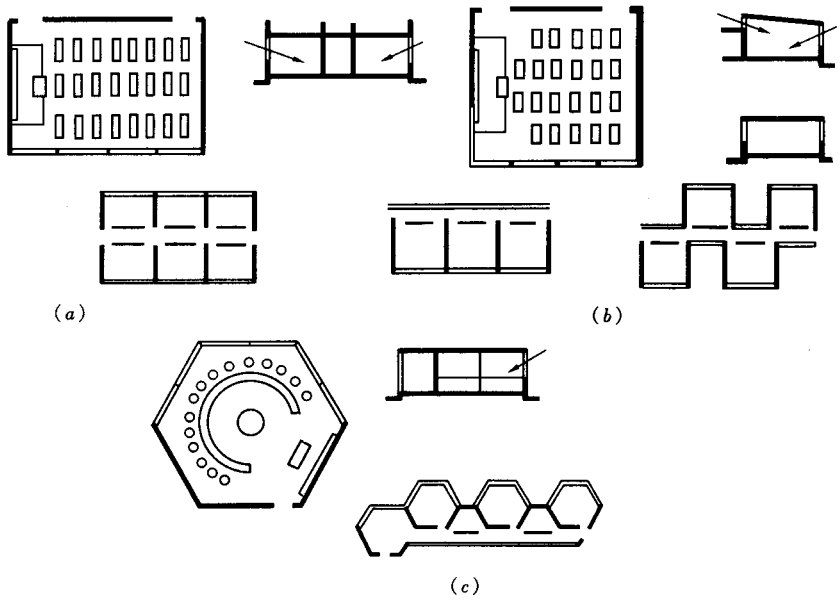


图 2-1-1-7　不同因素对教室平面设计的影响
（a）沿外墙长向布置矩形教室的平面组合；（b）双侧采光方形教室的平面组合；（c）某专用学校六角形教室的平面组合

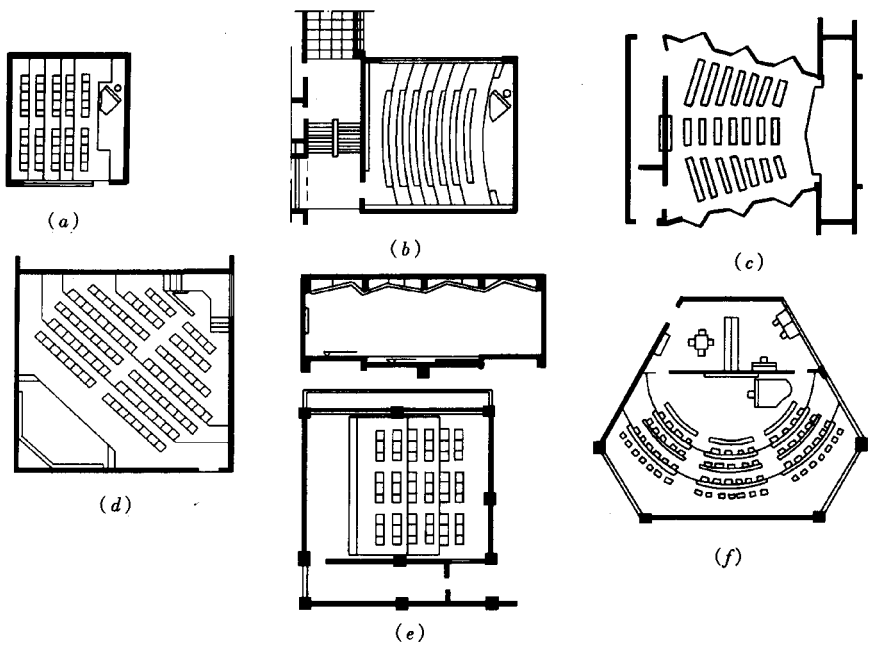


图 2-1-1-8　不同形状的音乐教室平面
（a）50座阶梯式音乐教室；（b）两个班级阶梯式音乐教室；（c）两个班级扇形音乐教室
（d）102座音乐兼视听教室；（e）54座下沉式音乐教室；（f）66座菱形音乐教室

也是综合使用人数、使用方式以及各种其他因素，例如视线、声学效果等等所设计出来的成果。

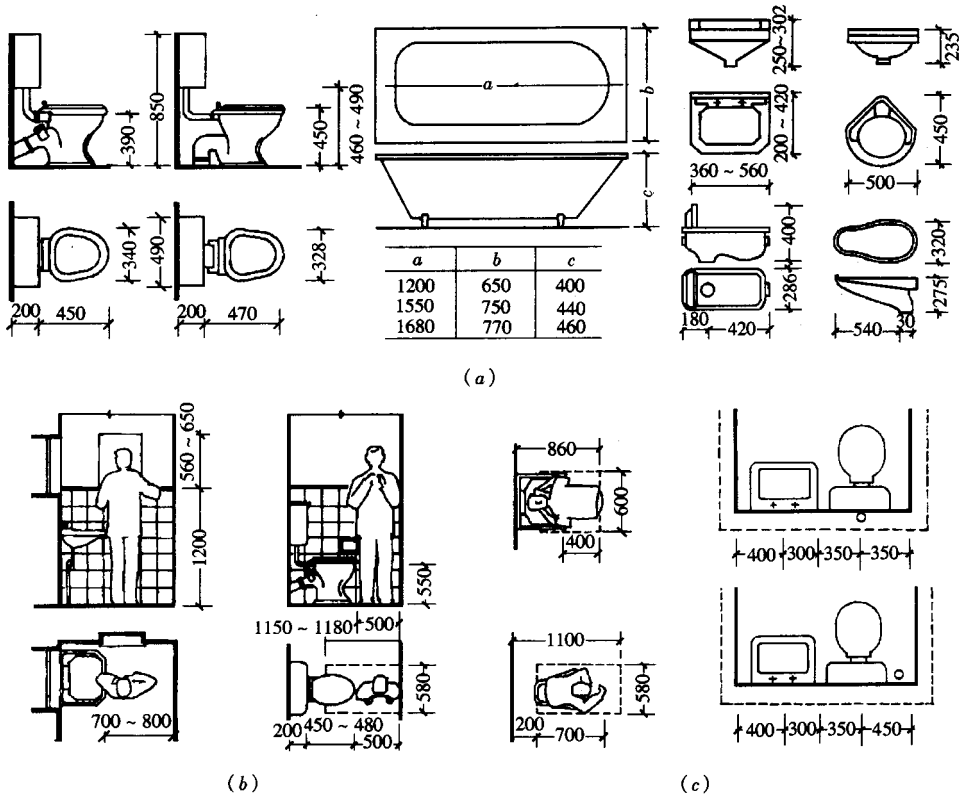


图 2-1-1-9　卫生设备所需使用面积举例

（a）单个卫生设备尺寸举例；（b）单个卫生设备所需使用面积；（c）卫生设备组合间距

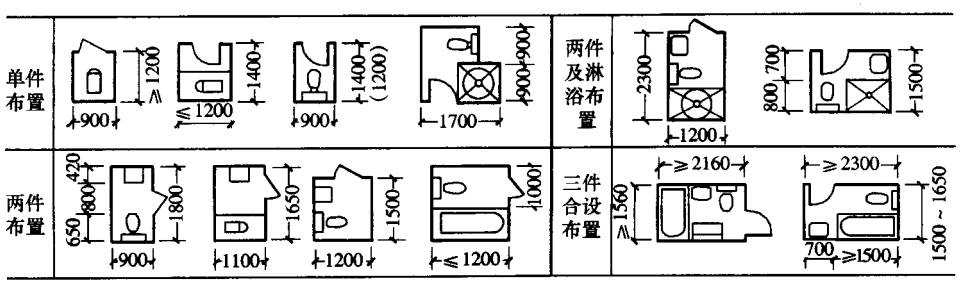


图 2-1-1-10　卫生间平面布置及所需使用面积举例

一般说来，在矩形的平面中分隔构件与承重构件之间较容易取得协调或一致，布置家具不会因为平面的相邻界面之间成角度或者界面成曲线而需要特殊处

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

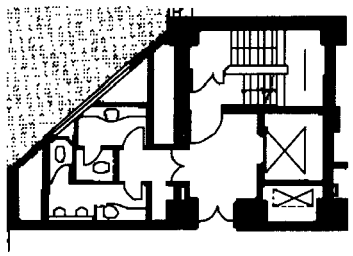


图 2-1-1-11　某公共建筑卫生间

理，平面之间的组合也比较方便，因而是采用最多的平面形式。

对于建筑物使用部分中的辅助用房，其平面的面积和形状设计方法也与起主要功能作用的房间相类似，可以按照辅助用房中设备所需空间和人活动所需空间的大小、人的活动方式以及其他相应的综合要求来确定其平面的面积和形状。图2-1-1-9给出了卫生间中常用的单个的卫生设备所需要的平面使用尺寸，还给出了它们组合使用所需的间距。以这样的尺寸为参照，结合通道等尺寸可以决定卫生间的平面图（图2-1-1-10）。应该指出，许多辅助用房因为安放设备的关系以及许多使用上的特殊要求，会给其平面设计带来许多不同一般的要求。例如公共建筑厕所的设计除了满足设备安装和人的使用要求外，还需要带有隐秘性。图2-1-1-11中的公共建筑的厕所平面，开门不正对电梯厅，而且相互间也不存在不经意间瞥见内部情况的尴尬，隐秘性较好。诸如此类，是需要在设计时予以充分注意的。此外，对于辅助用房，相关规范中所给出的往往是其中每若干人所应有的设备个数。掌握上述设计方法，满足规范要求也不难。

1.2　建筑物交通联系部分的平面设计

建筑物的各个使用部分，需要通过交通联系部分来加以连通。在紧急情况例如火灾发生的条件下，人员需要通过交通部分进行紧急疏散，这时建筑的交通部分会相对拥挤。即便在正常使用的情况下，交通部分也会因时间段的不同而呈现不同的使用状况。例如办公楼和生产性建筑的上下班高峰时段，某些交通部分会有集中的人流。此外，在兼有人流和货流存在的建筑物中，例如厂房、商店、邮局等等，应该视情况需要安排人流和货流的不同通道以避免交叉，或是可以安排合理的错开时间段使用。对于某些有特殊安全需要的建筑物，例如银行、医院等等，为了钱物的储备、运送或人的健康安全，应该特别慎重地布置其交通联系系统。

一般说来，建筑物的交通联系部分的平面尺寸和形状的确定，可以根据以下方面进行考虑：

（1）满足使用高峰时段人流、货流通过所需占用的安全尺度；

（2）符合紧急情况下规范所规定的疏散要求；

（3）方便各使用空间之间的联系；

（4）满足采光、通风等方面的需要。

下面将对建筑物各交通联系部分的平面设计作分别论述。

1.2.1 走　道

走道是建筑物中最大量使用的交通联系部分。各使用空间可以分列于走道的一侧、双侧或尽端。走道的宽度应符合人流、货流通畅和消防安全的要求。根据人体工效学的研究，通常单股人流的通行宽度为 550 ~ 600mm。因此考虑两人并列行走或迎面交叉，较少人流使用的过道净宽度，包括消防楼梯的最小净宽度都不得小于 1100mm。对于有大量人流通过的走道，其宽度根据使用情况，相关规范都作出了下限的要求。例如民用建筑中中小学的设计规范中规定，当走道为内廊，也就是两侧均有使用房间的情况下，其净宽度不得小于 2100mm；而当走道为外廊，也就是单侧连接使用房间，并为开敞式明廊时，其净宽度不得小于 1800mm。在实际使用中，如果走道还兼有其他使用功能，例如中小学的外廊也兼供学生进行课间活动时，则除了必需的交通宽度外，还应添加其他使用功能所需的尺度。有些建筑物必须满足无障碍设计的要求，例如政府部门所在地、图书馆、医院、影剧院、疗养院、养老院等设施，必须满足下肢或视力残障人士的使用要求，在进行设计时，相关的无障碍设计规范也是重要的设计依据。图2-1-2-1可以说明满足轮椅使用者的要求对走道尺度的影响。

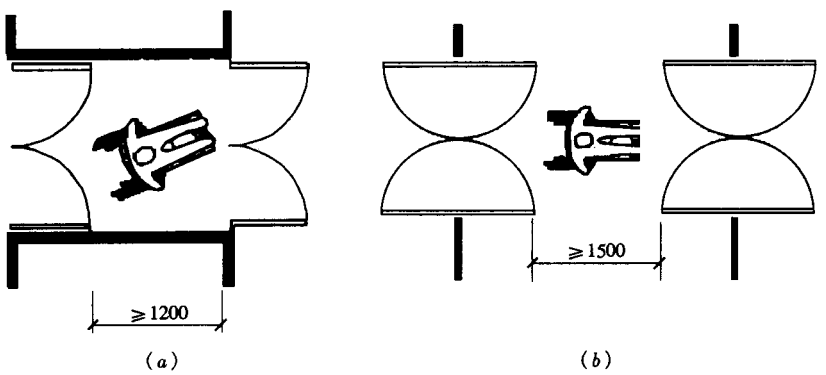


图 2-1-2-1　无障碍设计对走道尺度的影响

（a）单侧开门对走道的影响；（b）双侧开门对走道的影响

走道的长度对消防疏散的影响最大。这里的长度是指到达消防出口，例如到达消防楼梯间或直接对外的出口门之间的距离。因为走道的长度直接影响火灾时紧急疏散人员所需要的时间，而这个时间限度又是与建筑物的耐火等级有关的。另外，走道的平面布置形式也影响疏散时人员的选择，例如两端有出口的走道和只有一端有出口的所谓“袋形”的走道，在疏散人员时可提供的选择可能性不同，因此相关的防火规范要求设计人员根据建筑物的耐火等级、走道的布置方式和建筑物的使用性质来决定其走道的长度。表 2-1-2-1 是关于民用建筑安全疏散

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

距离的一般规定。从中不难看出，对于不同性质的建筑物，这项要求是不一样的。这是因为其中使用者的活动能力及判断能力均有差别。此外所谓的疏散距离是指使用房间对走道的出口到达疏散口之间的距离，在设计走道时可以依据此项规定来确定其长度。

安全疏散距离　　表 2-1-2-1

名　称	房门至外部出口或封闭楼梯间的最大距离					
	位于两个外部出口或楼梯间之间的房间			位于袋形走道两侧或尽端的房间		
	耐火等级			耐火等级		
	一、二级	三级	四级	一、二级	三级	四级
托儿所、幼儿园	25	20	—	20	15	—
医院、疗养院	35	30	—	20	15	—
学　校	35	30	—	22	20	—
其他民用建筑	40	35	25	22	20	15

注：本表格引自《建筑设计防火规范》(GBJ 16—87)。

走道的平面形状，特别是其平面走向，在很大程度上决定了建筑内部的交通组织，从而也决定了建筑物的平面形状，有关这方面的内容，将在讨论建筑平面的组合设计的章节中一并陈述。

1.2.2 门厅和过厅

门厅是在建筑物的主要出入口处起内外过渡、集散人流作用的交通枢纽。过厅一般位于体型较复杂的建筑物各分段的连接处或建筑物内部某些人流或物流的集中交汇处，起到缓冲的作用。导向性明确，是门厅和过厅设计中的重要问题。因为只有当使用者在门厅或过厅中能够很容易就发现其所希望到达的通道、出入口或楼梯、电梯等部位，而且能够很容易选择和判断通往这些处所的路线，在行进中又较少受到干扰，门厅和过厅作为交通枢纽的集散作用才能很好发挥，而且在遇有紧急疏散的情况下，才较为安全。图 2-1-2-2 所示的旅馆门厅，旅客一进门就能够发现楼梯和总台的位置，办理手续后又很容易到达电梯厅，人流在其中往返上下很少干扰，交通路线较为明确。

有时，在一些公共建筑中，门厅内还会设置接待问讯台、休息座、会客处、小卖部等具有非交通功能的区域。例如图 2-1-2-3 中的某学校综合楼的门厅，除了交通功能外，还兼有图书检索和借阅的功能，其中布置的一些休息空间可以提供师生之间的交往。像这样兼有其他用途的门厅仍然应当将供交通的部分明确区分开来，不要同其他功能部分互相干扰，同时有效地组织其交通的流线。特别是用作交通部分的面积和用作通行部分的宽度，都应该根据该建筑物人流集中时所需要的尺度来进行设计，以保证紧急情况下疏散的安全。例如某些剧院观众厅侧边的休息厅，如果在散场时同时有若干股人流在此汇集，则其宽度不得小于观众厅通往这里的所有门的宽度之和。建筑出

口处门的总宽度，也必须遵守同一规则。

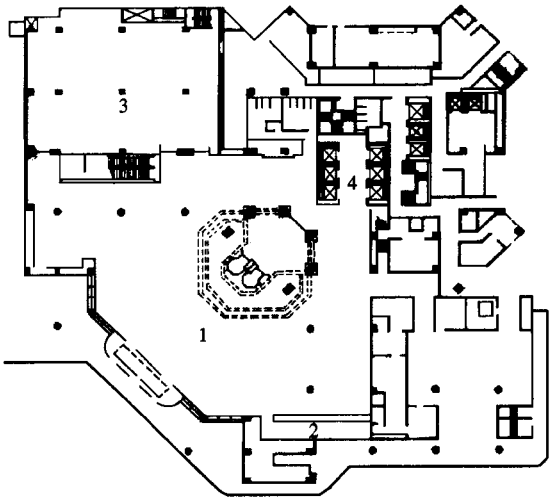


图 2-1-2-2　某旅馆底层门厅

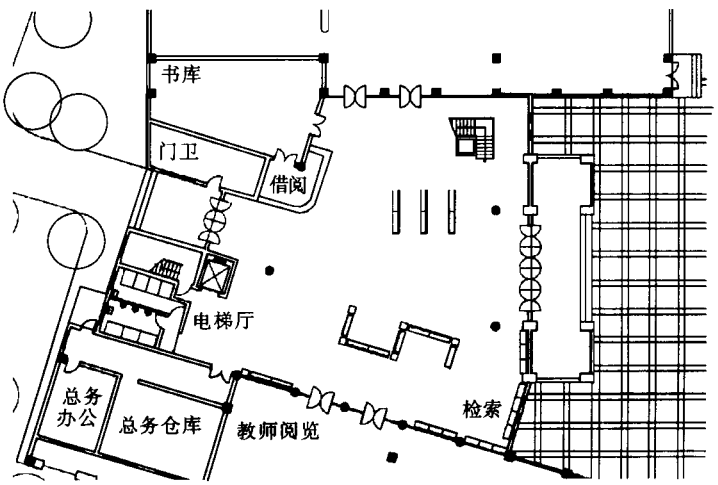


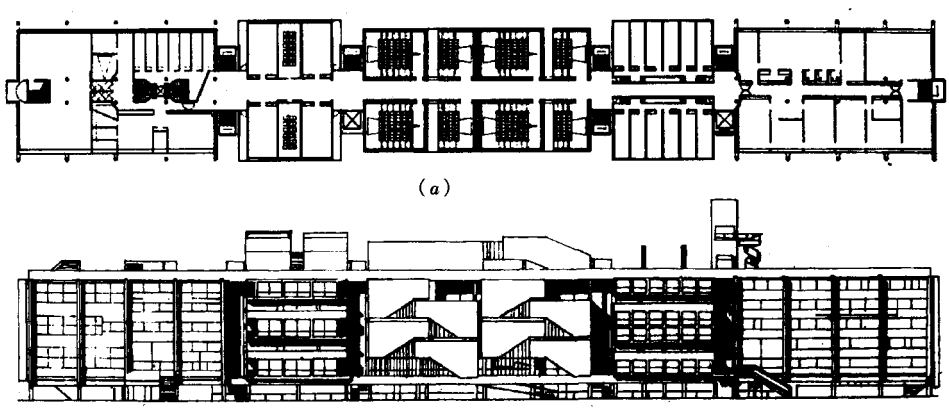
图 2-1-2-3　某学校综合楼门厅

对于许多公共建筑而言，门厅和过厅的内部空间组织和所形成的体形、体量，往往可以成为建筑物设计中的活跃元素，或者是复杂建筑物形态中的关节点。例如许多大型商厦的门厅被处理为具有整个建筑高度的中庭，上面覆盖采光天窗，四周环绕多层购物空间，使得视觉通透，光线充足，形成良好的内部环境(图 2-1-2-4)。又如某些多段式的建筑物，可利用过厅部分的体型变化，既避免呆板，又形成了特殊的韵律和节奏（图 2-1-2-5)。当然，像上述商厦中庭那样的

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



图 2-1-2-4　某商业建筑门厅中庭透视



(a)

(b)

图 2-1-2-5　某教学楼过厅结合楼梯的设置对建筑体型的影响

(a) 平面图；(b) 立面图

大空间，会对消防的防火分区造成一定的困难，可以采用烟感系统、自动喷淋、防火卷帘等自动控制的系统来加以解决，同时还必须切实加强对人流疏散路线的设计和处理。

1.2.3 楼梯和电梯

楼梯和电梯是建筑物中起垂直交通枢纽作用的重要部分。在日常使用中，快速、方便地到达各使用层面是对楼、电梯设计的首要要求。因此它们的数量、容量和平面分布是首先应该关注的问题。

在一般情况下，楼、电梯应靠近建筑物各层平面人流或货流的主要出入口布置，使其到达各使用部分端点的距离较为均匀，这样使用较为方便快捷。在垂直运输方面，针对一些高层或超高层建筑物的特殊情况，为了合理控制电梯的运行速度，避免过多的等候时间，可以运用现代的数学方法优选电梯的台数及其停靠的层数和方式，例如将不同的电梯分层或分段停靠，能够取得使用的高效率。

另外，使用安全也是垂直交通枢纽设计的重要方面。尤其是楼梯，在紧急的情况下，当电力供应受到限制时，往往是逃生和救援的惟一或重要通道。因此楼、电梯的数量和分布还需要综合建筑物的使用性质、各层人数和消防分区等因素来确定。国家制定的防火规范和各类建筑的设计规范中对于楼梯间的设置及其构造要求都有十分具体明确的规定，设计时应该严格参照执行。例如上文中表 2-1-2-1 所规定的封闭楼梯间到房门之间的距离就是这样的设计依据之一。

关于建筑物中楼梯、电梯和一些台阶、坡道的设计方法，在本书第 4 篇第 6 章中有详细介绍，此处不再赘述。

1.3 建筑平面的组合设计

在本章的前两节中，我们已经了解到建筑物主要分为使用部分和交通联系部分，建筑物的各个使用部分，需要通过交通联系部分来加以连通。但是，究竟应该如何将这些部分有机地组合起来，取得较好的设计效果，是建筑平面设计中的一项重要任务。本节将主要针对这一问题，就建筑物的各部分之间在水平方向的组合方法进行阐述。

1.3.1 建筑物使用部分的功能分区

对建筑物的使用部分而言，它们相互间往往会因为使用性质的不同或使用要求的不同而需要根据其关系的疏密进行功能分区。在建筑设计时，设计人员一般会首先借助功能分析图，或者称之为气泡图来归纳、明确使用部分的这一功能分区。例如一栋普通的中小学校教学楼中，往往需要同时组织安排教室、实验室、教师办公室和卫生间等不同功能的空间。按照一般的教学模式，可以将它们划分

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

为教学区、办公区和辅助用房三大部分。在教学区中，又可以进一步划分为普通教室、有特殊功能的教室和实验室几部分。有特殊功能的教室，按照具体项目要求，可以是会产生较大音响的音体教室、有特殊采光要求的美术教室、可以容纳多个班级同时上课的阶梯教室，或是需要特殊设备的多媒体教室、电脑房，等等。这样，就有必要根据诸如减少干扰、利用朝向、集中使用设备及管线等等原则，再作细化的归类。例如音乐教室和体操房等有较大声响的教室可以集中安排在教学楼的一隅，以避免影响其他课程的教学及教师的日常工作；美术教室则应该集中安排在朝北的有良好天然采光条件的场所，以充分利用自然光线并避免眩光；出于线路安排及洁净方面的原因，电脑房、多媒体教室等教学用房可以和教师的多媒体课件制作用房等组合在一起……。图 2-1-3-1 是学校教学楼的功能分

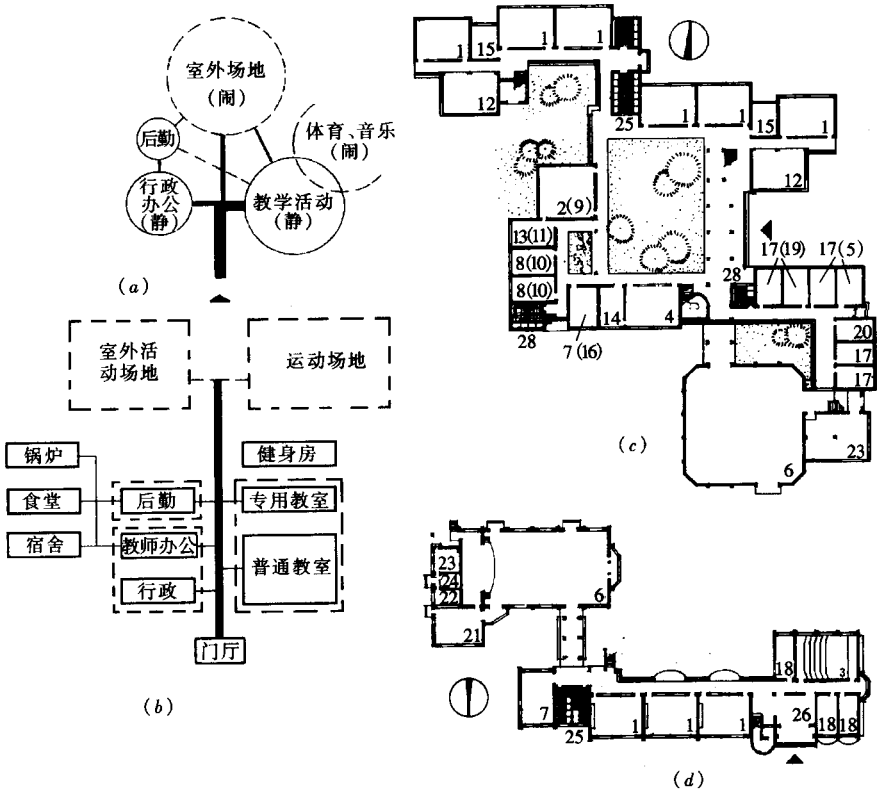


图 2-1-3-1　教学建筑使用功能分析组合实例

（a）教学楼功能分析；（b）学校校区平面功能组合；（c）教学楼平面实例一；（d）教学楼平面实例二

1—普通教室；2—自然教室；3—合班教室；4—音乐教室；5—微型计算机室；6—健身房兼礼堂；7—体育器械室；8—科技活动室；9—学生阅览室；10—教师阅览室；11—书库；12—展览厅；13—准备室；14—乐器室；15—教师休息室；16—广播室；17—行政办公室；18—教师办公室；19—会议室；20—配电间；21—餐厅；22—备餐间；23—厨房；24—库房；25—厕所盥洗；26—门厅

注：括号内标注为二层使用情况。

析图及平面实例。从所绘实例可以看出，它们的平面形状虽然各不相同，但遵循功能分区的原则是一致的。

应该指出的是，我们在对建筑物的各使用部分进行功能分区时，经常会受到各种技术因素的制约，除了上文所提及的采光、管线布置等因素外，最重要的乃是建筑的结构传力系统的布置。例如在学校教学楼的设计中，经常可以看到将一组不同教学内容的实验室上下对齐，与普通教室分开布置，而不是集中设在某一层。这主要是因为单个教学实验室的面积要大于普通教室，把它们集中在一层布置与其上下的普通教室要取得结构布置上的一致性，往往需要作特殊处理。因此，功能分区并不止是简单的使用性质的归类，还应兼顾其他的可能性。一般说来，空间的平面面积大小及空间高度，也直接影响其归类。

1.3.2　建筑物各部分的使用顺序和交通路线组织

研究建筑物中各部分的使用顺序和交通路线的组织，实际上是研究流线的组织问题。所谓流线组织，在建筑设计中主要是指对于人流和物流的合理组织。其主要原则是保证使用的方便和安全。

人流和物流进入建筑物，首先起始于建筑物的入口部分，因此建筑物的主要入口门厅和各个次要入口布置应该考虑迎向人流和物流的主要来源或有利于它们之间的分流。例如某学校的图书馆位于校园的东部，其西侧及北侧均是教学楼，其南侧是行政办公楼。考虑师生使用图书馆的人流来源方向，图书馆的主要进口应该设在其西面，这样可以最大限度地方便出入。但是为了不使书库日常进出书籍会有车辆或运输行为堵塞人流出入口，可以将书库设在图书馆的东北侧，另在相关位置设图书的专用出入口。这样既避免了人流和物流的交叉，又为书库安排了一个避免过量光照的环境，还为在内部布置一个方便联系读者又易于连通书库的借阅台提供了良好的基础。

在建筑物内部，各使用部分的分布应该尽量使得使用频率较高的房间靠近主要入口或交通核布置。例如教学楼的普通教室是使用最频繁的部分，应当能够做到很方便出入，这样也在相当程度上满足了紧急情况下人流疏散的要求。另外有许多类型的建筑物，对于流线的组织还有各自特别的需要。例如医院的门诊楼，出于卫生安全方面的需要，应该在安排各类科室时，注意防止病人或医患间的交叉感染。又如交通类的建筑物，其流线组织应当十分明确。至于生产性质的建筑，更是必须首先满足产品生产工艺流程的需要。图 2-1-3-2 所举的几个例子可以提供参考。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

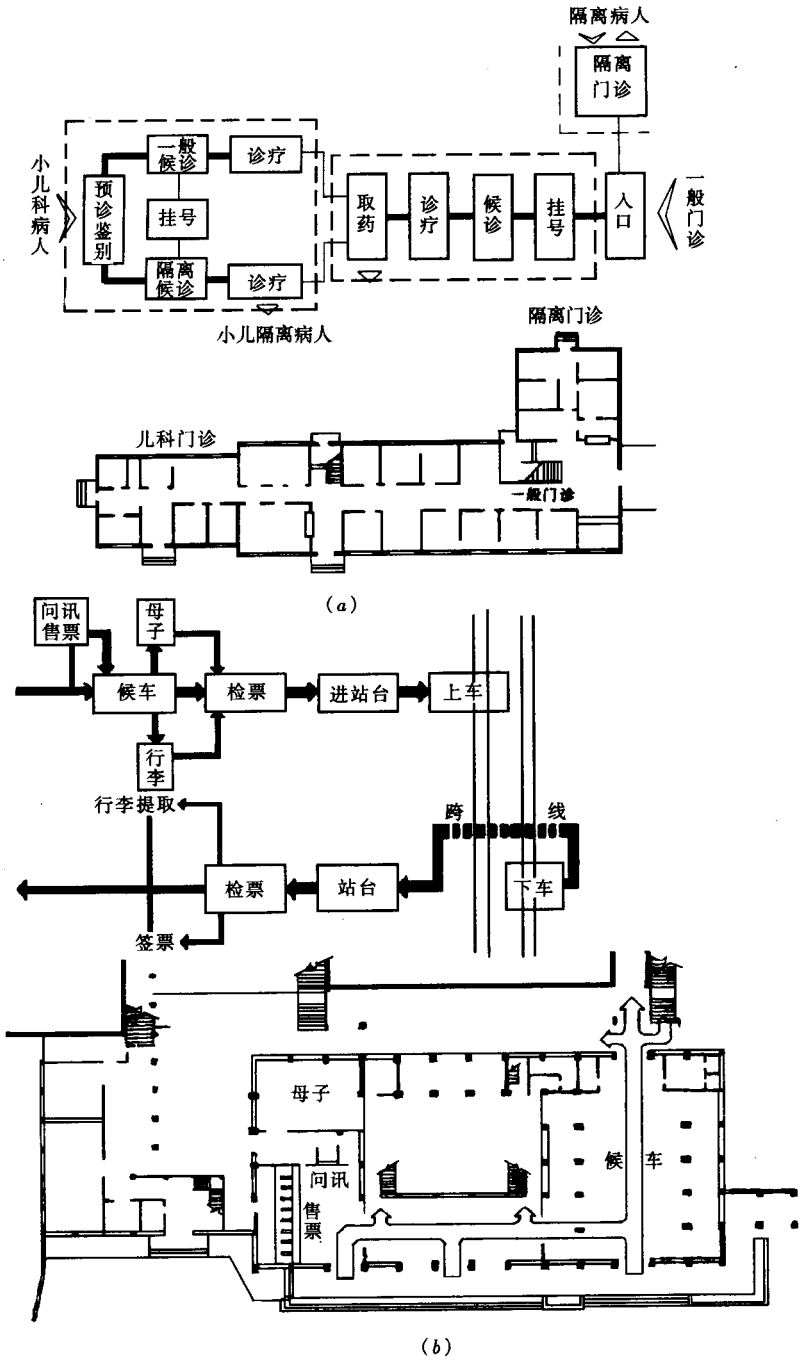


图 2-1-3-2　平面组合房间的使用顺序

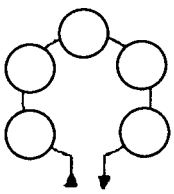
（a）门诊所；（b）火车站

1.3.3　建筑物平面组合的几种方式

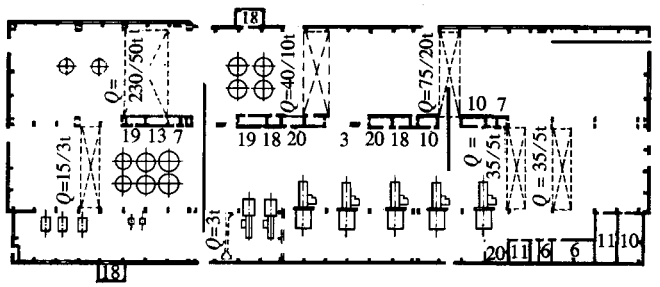
在对建筑物的各使用部分进行功能分区及流线组织的分析后，交通联系的方式及其相应的布置和安排成为实现目标的关键。一般说来，建筑物的平面组合方式有如下几种：

1. 串连式组合

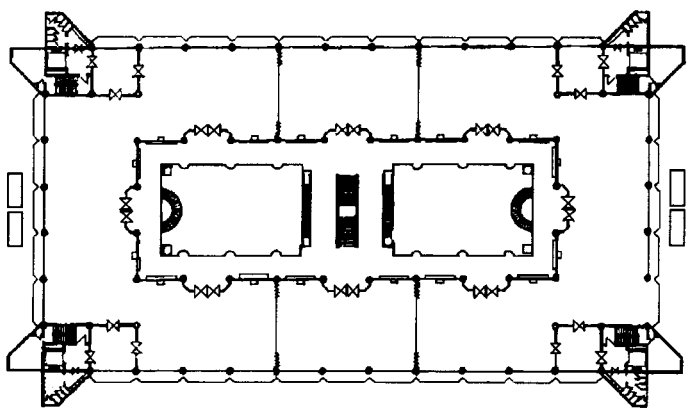
这种组合方式将各使用部分之间互相穿通。通常可见于空间的使用顺序和连续性较强，或使用时联系相当紧密，相互间不需要单独分隔的情况。例如某些工厂的生产车间、某些展览馆的展室、车站、商场等等（图 2-1-3-3）。



（a）



（b）



（c）

图 2-1-3-3　串连式平面组合的建筑实例

（a）串连式组合的交通方式；（b）某厂房按照生产流水线连续布置车间；（c）某展览厅按照连续布展的方式组合空间

2. 并联式组合

这种组合方式是通过走道或一个处在中心位置的公共部分，连接并联的各个使用空间。在这种情况下，各使用空间互相独立，使用部分和交通部分的功能明确，是使用最多最常见的一种组合方式。例如大部分旅馆、住宅、教学楼等等（图 2-1-3-4）。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

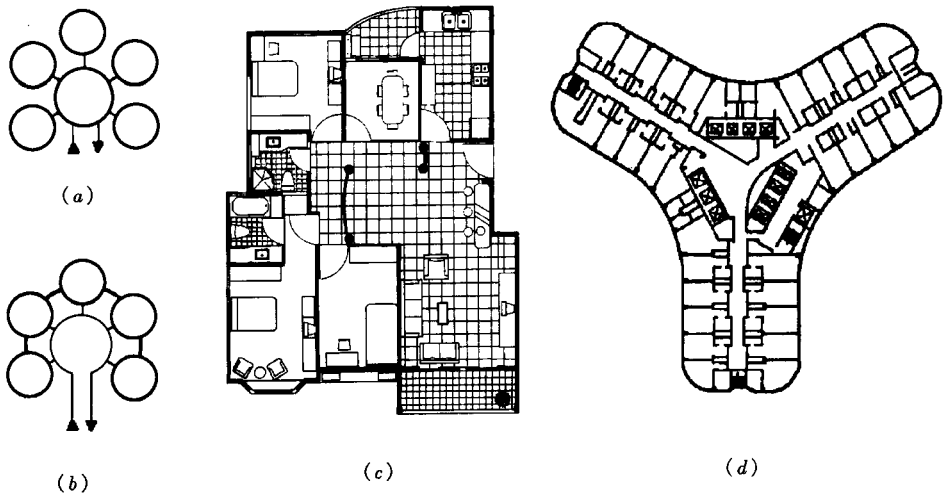


图 2-1-3-4　并联式平面组合的建筑实例

（a）用公共中心连接各并联部分；（b）用走道连接各并联部分；（c）用起居室连接各其他房间的典型住宅平面；（d）某旅馆用内走道连接各间客房

3．混合式组合

这种组合方式混合使用以上两种方法，往往根据需要，在建筑物的某一个局部采用一种组合方式，而在整体上以另一种组合方式为主。例如图 2-1-3-5 所示的托幼建筑中，班活动室、卧室及卫生间通常用串连的方式组合，而后各组团间通过走道联系。

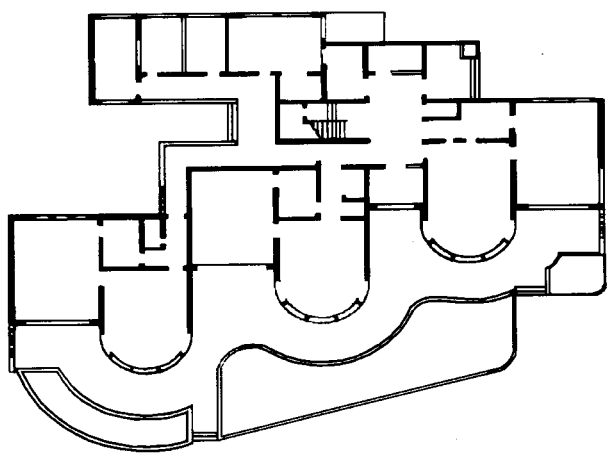


图 2-1-3-5　混合式平面组合的建筑实例

应该指出，建筑物的平面组合不止是平面几何图形之间的有序排列，组合后

的建筑平面还涉及到通风、采光等许多问题。例如我国有关部门对于绿色生态住宅小区各系统的建议设计指标要求住宅中有自然通风的房间占房间总数的 80%，还要求室内自然采光的房间数也达到 80%。如果住宅平面组合后没有足够的外墙可供开窗通风采光，或者在组合后室内空气不能形成对流，也是无法达到标准的。这些问题需要在实践中不断积累经验，妥善解决。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第2章　建筑物各部分高度的确定和剖面设计

建筑物的各部分除了在水平方向有明确的组合关系外，在垂直方向也存在一定的组合关系。类似于建筑平面的面积和形状的确定，建筑物在各部分空间的高度、建筑层数等方面，也有许多问题需要解决。因此，在建筑设计的过程中，需要进行对建筑剖面的研究，即通过在适当的部位将建筑物从上至下垂直剖切开来，令其内部的结构得以暴露，得到该剖切面的正投影图，就是剖面图，以便使设计人员能够通过它对其高度方向的问题进行直观的研究。

2.1　建筑物各部分高度的确定

2.1.1　建筑物的标高系统

在建筑设计中，建筑物各部分在垂直方向的位置及高度是由一个相对标高系统来表示的。一般是将建筑物底层室内某指定地面的高度定为 ±0.000，单位是米（m），高于这个标高的为正标高，反之则为负标高。例如某建筑物室内外高差为0.60m，层高为3.600m，则其室外地面标高为 -0.600，二层标高为3.600，三层标高为7.200，其他依此类推。

需要指出的是，建筑设计人员获得的基地红线图及土质、水文等资料所标注的都是绝对标高，在设计时涉及建筑物的各部分都应当换算为相对标高进行标注，以免混淆。

2.1.2　建筑物各部分的高度的确定

建筑物每一部分的高度是该部分的使用高度、结构高度和有关设备所占用高度的总和。这个高度一般考虑为层高，就是建筑物内某一层楼（地）面到其上一层楼面之间的垂直高度。例如某个房间上部有结构梁通过，梁底以下又有空调等设备管道及吊顶，那么楼板和结构梁的高度，加上梁底到吊顶面之间的垂直距离，再加上该房间所应有的使用高度，就是楼层在该处的层高。

一般说来，结构构件本身的高度以及设备所占用的空间高度是在给定的条件下通过计算予以确定的，因此建筑物各部分的使用高度是控制建筑层高的制约因素。使用高度一般用净高来表示，即建筑物内某一层楼（地）面到其上部构件或

吊顶底面的垂直距离。

决定建筑物某部分净高的因素有以下几种：

1. 家具、设备的安置和使用高度

这和建筑平面设计中考虑家具、设备的平面尺寸出于同样的考虑，只是在空间向度上更换成另一个方向的维度。如图 2-2-1-1 所示，跳台的高度加上运动员的起跳高度和安全附加量就成为跳台处建筑净高的控制高度，而看台最后一排处的净高是由该处所需的看台升起高度加上人的使用高度所控制的。又如有些工业厂房的车间需要很高的净高，是因为上部还设有行车，除了其本身的设备高度外，还需要留出物品起吊所需的安全高度。

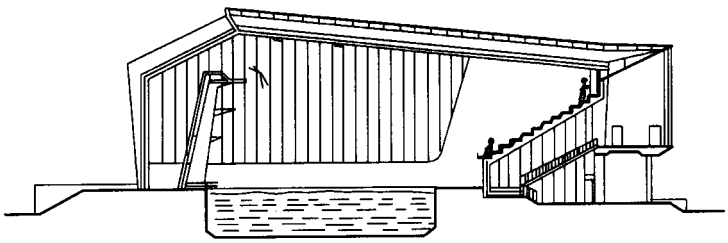
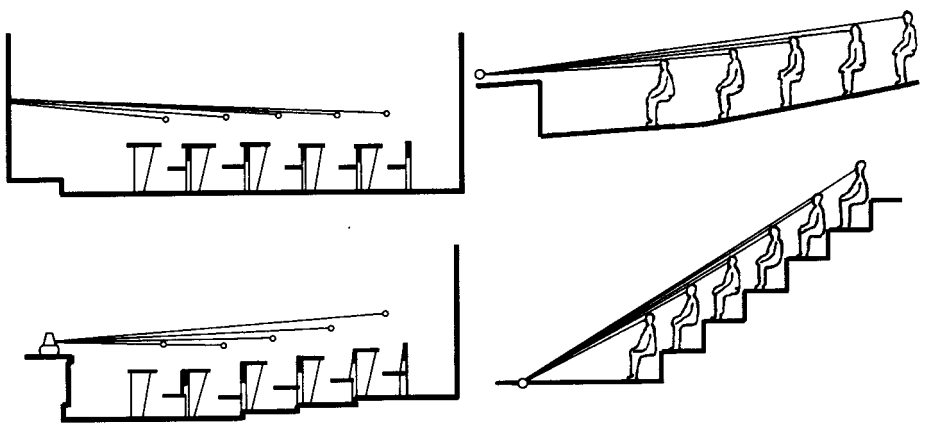


图 2-2-1-1　某室内游泳馆剖面

2. 人活动所需要的使用高度

这同样可以对照本篇第 1 章中图 2-1-1-3 人体尺度和人体活动所需的空间尺度来判断其所需要的最低限度。例如规范规定楼梯梯段上部的最小净空不得低于 2200mm，就是以人体的尺度和人体活动所需的空间尺度作为判断依据的。但在大部分情况下，人的活动并不仅仅限于四肢所能触及的范围。例如儿童经常做抛



(a)　　(b)

图 2-2-1-2　视线无遮挡要求和剖面形状的关系

(a) 阶梯教室内学生视线分析；(b) 观演建筑内观众视线分析

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

玩具等游戏，就需要一定的室内高度。特别是人的视线，会随人体头部的运动而需要较大范围的视野。四周都存在界面的空间，如果净高过小的话，会令使用者产生压抑的心理感觉。因此，一般考虑面积较大、使用者较多的房间可以适当选取较大的室内净高，而面积较小的房间，就可以适当减小净高。如果是教室、观众厅等对视线有特殊要求的建筑空间，在设计时还必须进行视线和声线的分析来确定其净高及剖面的形状（图 2-2-1-2、图 2-2-1-3）。当然像这样的剖面形状如果都要求通过结构构件的组合来构成的话，会给结构带来很多麻烦，也不利于同其他空间的再组合，在一般的情况下，往往会在形状较为规整的空间中通过吊顶等装修手段来实现。

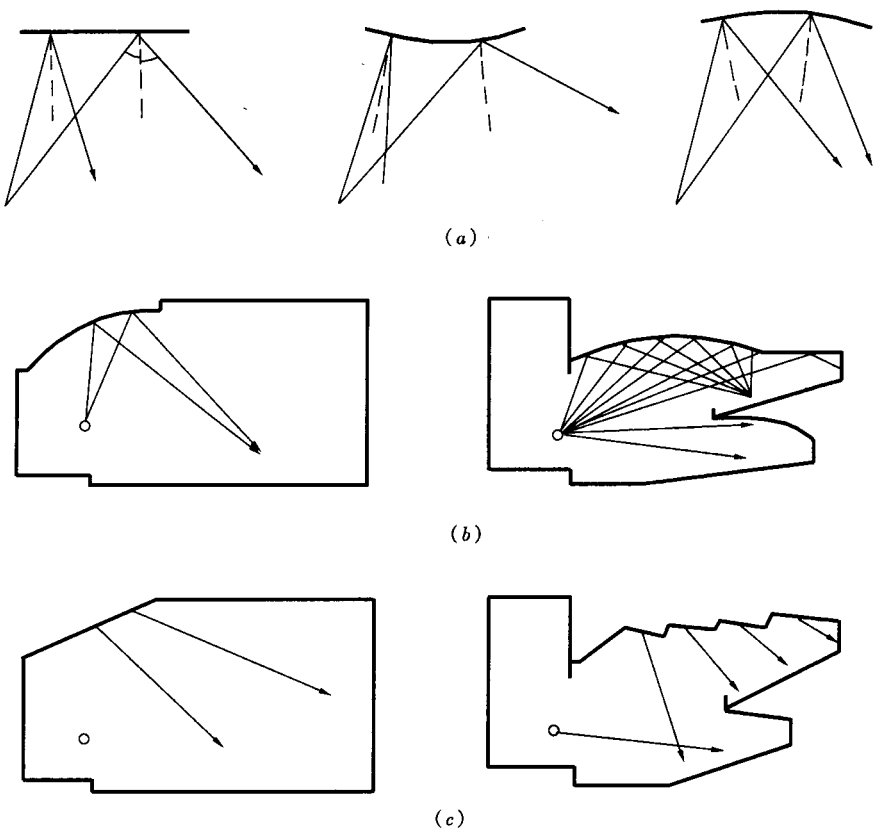


图 2-2-1-3　音质要求和剖面形状的关系

（a）声音反射方式示意；（b）剖面形式不当，使声音反射不均匀，有聚焦；（c）剖面形式较好，声音反射较均匀

3. 满足生理、心理要求的其他标准

人在建筑物内部活动，需要适当的换气量以及充足的自然光线。建筑空间的

净高涉及室内空气的容量和开窗的高度，直接与建筑设计规范所规定的许多卫生标准有关。图 2-2-1-4 所示为单侧采光的房间室内照度变化的情况。提高窗上沿的高度，对于改善室内照度的均匀性效果明显。例如 6m 进深单侧采光的教室，窗上沿每提高 100mm，室内最不利位置的照度可提高 1%。图 2-2-1-5 以学校教室的采光为例，说明室内净高与开窗高度的关系。图 2-2-1-6 显示局部设气楼或气窗的建筑有良好的通风效果。

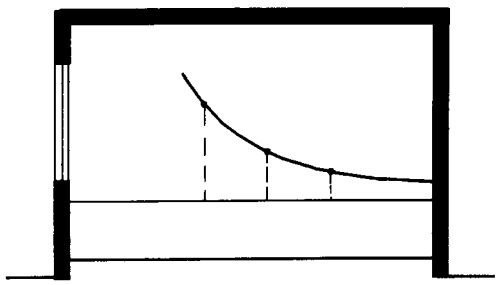


图 2-2-1-4　单侧采光室内照度变化示意

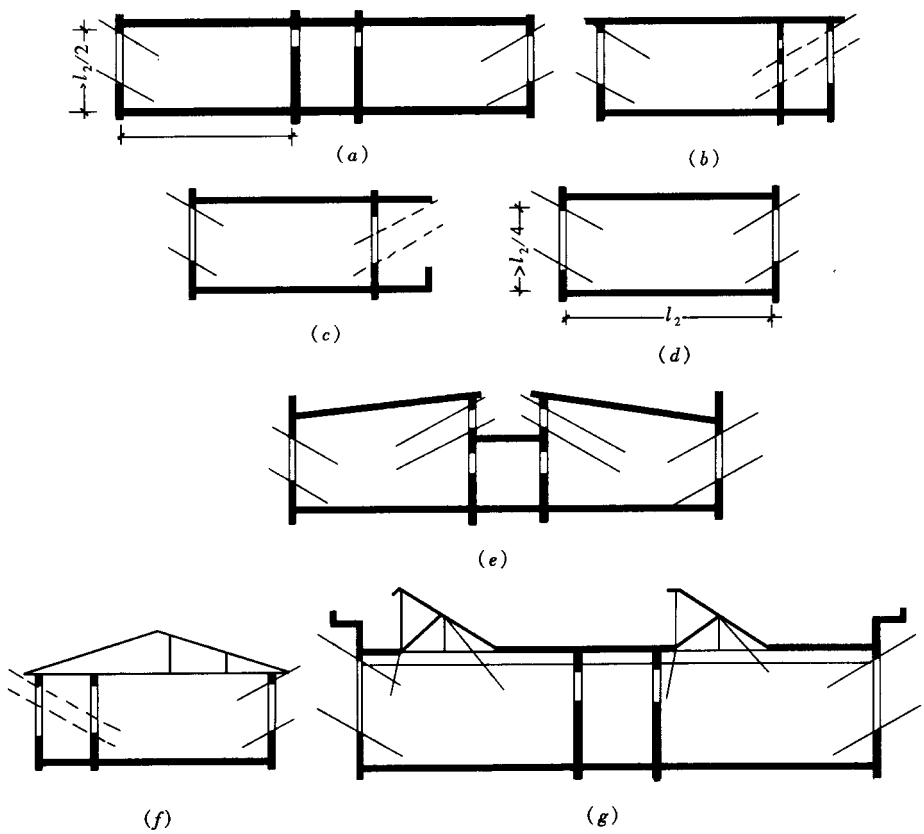


图 2-2-1-5　学校教室的采光方式

(a)、(b) 内廊式组合的单侧窗采光；(c) 外廊式组合的双侧窗采光；(d) 双侧窗采光
(e) 中廊式组合顶层房间的双侧窗采光；(f)、(g) 内廊式组合顶层房间的单侧窗及顶部采光

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

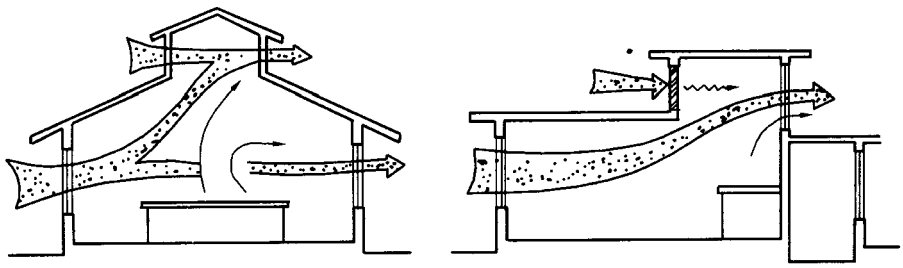


图 2-2-1-6　设气楼的厨房剖面

4. 节能要求

可持续发展是当今一项全球性的战略，对资源的合理利用被放置在十分重要的地位。因此在决定建筑净高的时候，不应该盲目追求所谓的“高大宽敞”，只要能够满足上述的各项标准要求，并不是所有场所都越高越好。过高的室内空间需要消耗大量的能源，尤其是使用空调等现代生活方式所需消耗的能源。此外，高大的空间意味着增加每层的结构高度。在同样层数的情况下，这相当于增加了结构的自重；而在相同总高度的情况下，这相当于减少了使用空间的容量，是不足取的。

总之，只有综合考虑以上各项因素，充分权衡利弊，才能正确确定建筑物各部分的合适高度。

2.2　建筑物层数和总高度的确定

在民用建筑中，公共及综合性建筑超过 24m 的，除了单层的以外，均为高层建筑。住宅建筑层数在 3 层及以下的为低层住宅；层数在 4～6 层的为多层住宅；7～9 层的为中高层住宅；10～30 层的为高层住宅。凡高度在 100m 以上的建筑均为超高层建筑。

建筑物的层数及总高度对于其等级划分、对设计人员的资质要求都有重要影响。30 层以上的建筑列入特级工程的范围；16～29 层或高度超过 50m 的公共建筑列入一级工程的范围；16～29 层的住宅列入二级工程的范围；7～15 层有电梯的住宅或框架结构建筑列入三级工程的范围；7 层以下无电梯住宅列入四级工程的范围；1、2 层或单功能的建筑列入五级工程的范围。目前我国一级注册建筑师可以设计各个等级的建筑，而二级注册建筑师只可以设计三级及以下的建筑。

影响确定建筑物层数和总高度的因素很多，大致有以下几种：

（1）城市规划的要求。考虑城市的总体面貌，城市规划对每个局部的建筑群体都有高度方面的设定。例如在某些风景区附近不得建造高层建筑，以免破坏自然景观。又如在邻近飞机场附近的一些建筑，为了飞机起降的原因，也有限高的规定。另外城市规划必须从宏观上控制每个局部区域的人口密度，通过调整住宅

层数来调整居住区的容积率，也是有效的手段。

(2) 建筑物的使用性质。有些建筑物的使用性质决定其层数必须控制在一定的范围内。例如幼儿园为了使用安全及便于儿童与室外活动场地的联系，应该建造为低层建筑。

(3) 选用的建筑结构类型和建筑材料。由于高层建筑必须考虑风荷载等水平荷载的作用，而多层及低层建筑则无此必要。因此不同的建筑结构类型和所选用的建筑材料由于适用性不同，对建造的建筑层数和总高度会产生影响。

(4) 城市消防能力的影响。城市消防能力体现在对不同性质和不同高度的建筑有不同的消防要求。例如各类建筑防火规范对建筑的耐火等级、允许层数、防火间距、细部构造等都作了详细的规定。这些规定直接影响建筑的用地规划、设备配置、平面布局和经济指标，从而也就成为在确定建筑物的层数和总高度时不可忽略的因素。

2.3　建筑剖面的组合方式和空间的利用

2.3.1　建筑剖面的组合方式

建筑物各部分在垂直方向的组合应尽量做到结构布置合理，有效利用空间，建筑体型美观。一般情况下可以将使用性质近似、高度又相同的部分放在同一层内；空旷的大空间尽量设在建筑顶层，避免放在底层形成“下柔上刚”的结构或是放在中间层造成结构刚度的突变。此外，利用楼梯等垂直交通枢纽或过厅、连廊等来连接不同层高或不同高度的建筑段落，既可以解决垂直的交通联系，又可以丰富建筑体型，是建筑设计中常用的手法。以下将具体介绍几种剖面的组合方式：

1. 分层式组合

分层式组合是指将使用功能联系紧密而且高度一样的空间组合在同一层。这样可以有效地控制每层的层高，不会因为层间个别空间的突出高度而影响到该层的层高。这样做同时还有利于总体结构的布置和楼梯等垂直交通部分的处理。例如许多高层建筑下面几层的层高和使用功能都与其上部的主体部分不同，下部往往被用作商业用途而上部具有办公或居住等功能（图 2-2-3-1）。分层组合既方便了使用，又明确了结构的布置，是常

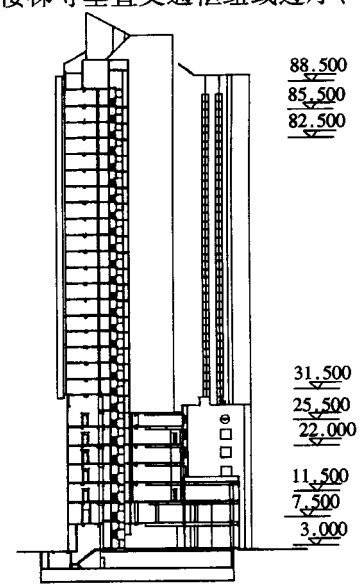


图 2-2-3-1　某高层建筑剖面

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

见的剖面组合方式。不过，在将不同功能和层高的空间进行归类分层组合的时候，往往会遇到上下空间大小不一的矛盾。例如上图的高层建筑中商场部分需要开敞的大空间，而住宅部分却有许多分隔墙和垂直的管道需要下落。这时应当充分注意调整建筑平面组合和剖面设计中的相关关系，做到既能满足使用要求，又

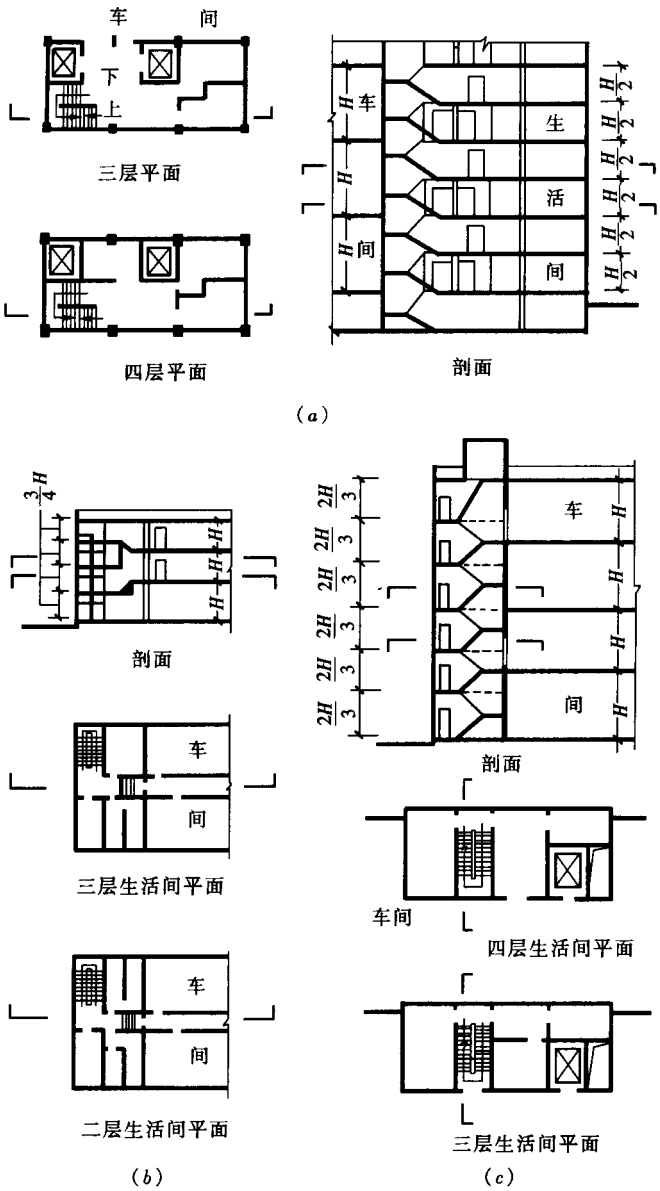


图 2-2-3-2　工厂生产车间与生活间有机结合

（a）生产车间和生活间层数比 1:2；（b）生产车间和生活间层数比 3:4；（c）生产车间和生活间层数比 2:3

令结构布置合理。

2. 分段式组合

分段式组合是指在同一层中将不同层高的空间分段组合，而且在垂直方向重复这样的组合。这样就相当于在结构的每一个分段可以进行较为简单的叠加。例如某些工业厂房的生产车间需要较高的层高，而生产人员的更衣、办公等空间只需要满足人体尺度及活动所需的基本层高要求，我们在设计时就可以通过分段组合，利用一个车间的层高上下布置两个更衣室，或者令上下三个更衣室的层高之和等于两个车间叠加后的高度。这样大、小空间组织得当，使用也很方便（图 2-2-3-2）。如果多次叠加后在同一楼层上形成了不同的楼面标高，我们就把这种设计称之为错层设计（图 2-2-3-3）。错层设计所要解决的主要是同一层不同标高的楼面之间的交通问题。通常可以通过在这二者之间布置

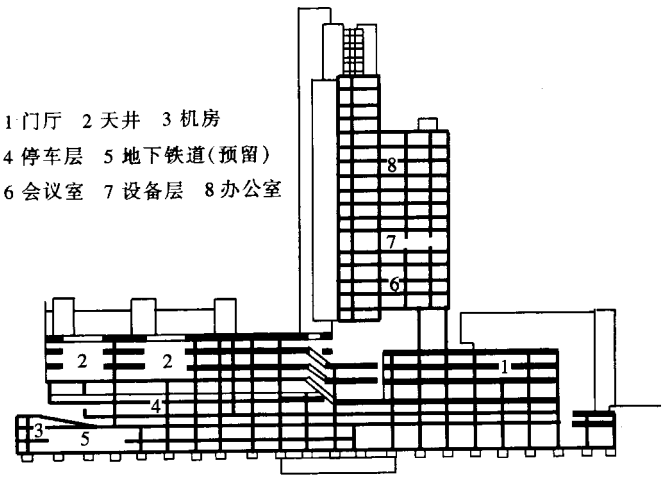


图 2-2-3-3　某银行总部大楼底部错层组合

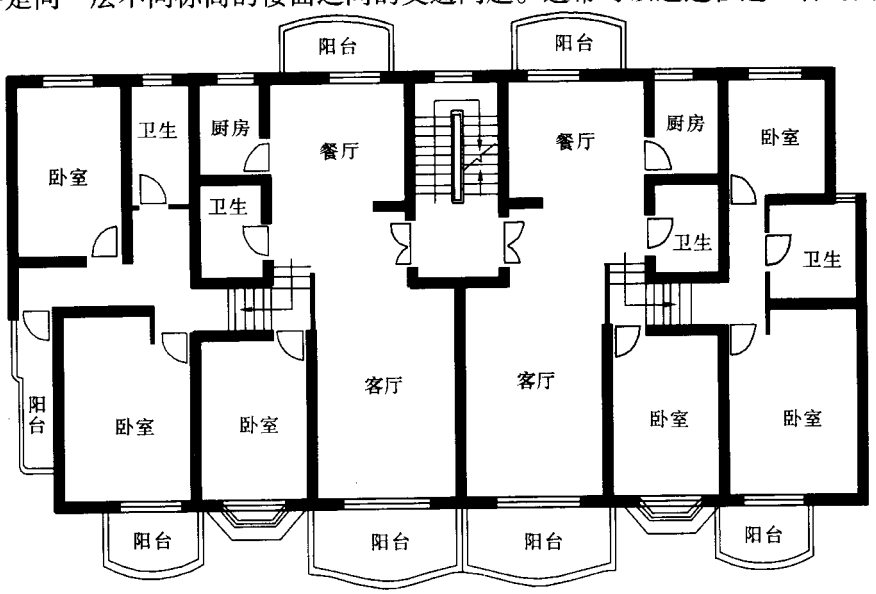


图 2-2-3-4　某住宅套内进行错层布置

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

楼梯或坡道来解决。错层设计往往可以得到较为活泼的建筑体型。有些住宅套型设计中特意将会客等空间与家庭内部使用的空间进行错层组合，以赢得较好的住宅私密性（图 2-2-3-4）。但要注意错层组合交通组织不应太过复杂，而且在抗震设防地区也应该采取相应的抗震措施来解决错层对结构刚度可能造成的影响。

2.3.2　建筑空间的有效利用

在对建筑剖面进行研究时，往往会发现有许多可以充分利用的建筑空间，其中最典型的例子是一些观演类建筑，例如体育场馆观众席底下的空间，由于观众席升起比较多，下面会有相当的高度可以利用，因此在体育场馆的设计中，通常会利用这些空间来布置小型的运动员训练场地，或是休息、办公等其他功能的用房（图 2-2-3-5）。此外，坡屋顶建筑的屋顶下面、底层楼梯的半平台下面，也常常是有效利用空间的合适部位（图 2-2-3-6）。在一些大跨的建筑中，还可以利用一些结构的空间，作为通道或放置设备（图 2-2-3-7）。

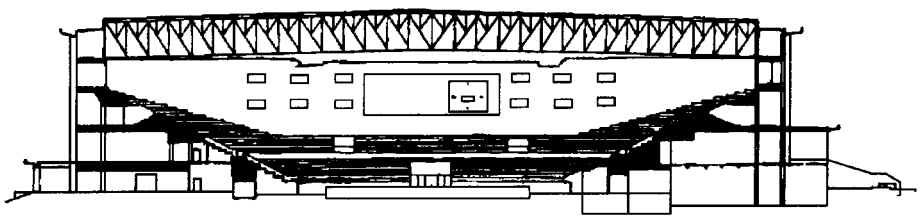
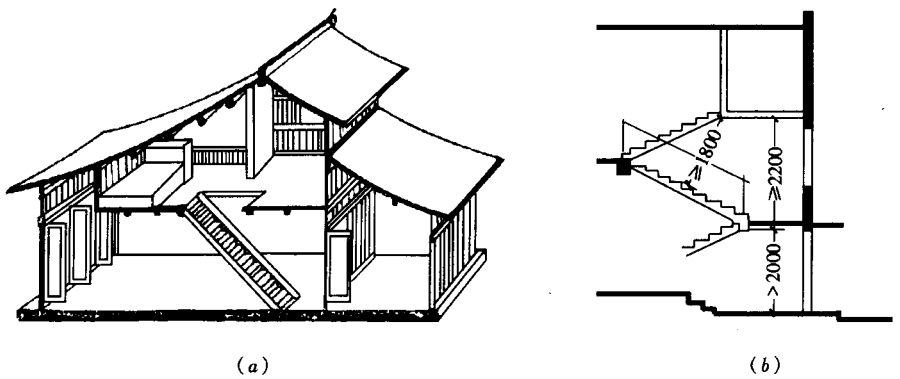


图 2-2-3-5　体育馆剖面中不同高度房间的组合



（a）　　（b）

图 2-2-3-6　坡屋顶和楼梯上、下部空间的利用
（a）利用坡屋顶下部空间做阁楼；（b）楼梯上、下部空间的利用

有时候，有效利用建筑空间不一定表现为做“加法”，在可能的条件下削减多余的部分建筑空间，也会给建筑造型带来创造的契机。例如本章图 2-2-1-1 游

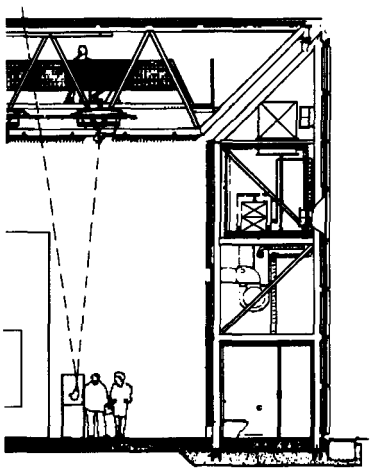


图 2-2-3-7　有效利用结构空间

泳场馆的建筑剖面中，由于以跳台处为制高点，对剖面的高度进行了非等高的设计，就可以创造出富有变化的建筑体型。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第3章　建筑物体型组合和立面设计

建筑物在满足使用要求的同时，它的体型、立面以及内外空间的组合，还会给人们在视觉和精神上以某种感受。例如我国古典建筑中故宫、天坛的雄浑、壮丽，江南园林建筑的秀美、典雅，各地地方民居的淳朴、亲切，以及一些当代高层建筑的伟岸、挺拔……凡此种种，无一不令人相信，建筑物的确可谓是静止的音符。是它们的千姿百态，勾勒出了人类活动的万千景象。它们的存在的确反映了社会的经济基础、文化生活和人的精神面貌。因此，我们在进行建筑设计时，尤其是在进行建筑物各部分的组合时，还必须注重其体型和立面的美观。

3.1　建筑体型和立面设计的要求

对建筑物进行体型和立面的设计，应满足以下几方面的要求：

1. 符合基地环境和总体规划的要求

建筑单体是基地建筑群体中的一个局部，其体量、风格、形式等都应该顾及周围的建筑环境和自然环境，在总体规划所策划的范围之内做文章。例如许多地方的建筑群体，都是在长期的过程中逐步形成的，往往具有特定的历史渊源及人文方面的脉络。在其中进行建设，应当要尊重历史和现实，妥善处理新、旧建筑之间的关系。即便是进行大规模的地块改造和建筑更新，也应该从系统的更高层次上去把握城市规划对该地块的功能和风貌方面的要求，以取得更大规模的整体上的协调性。此外，建筑基地上的许多自然条件，例如气候、地形、道路、绿化等等，也会对新建建筑的形态构成影响。譬如在以东南风为夏季主导风向的较炎热环境中，建筑开口应该迎向主导风向。如果反其道而行之，将最高大的体量放在东南面，就会造成对其他部分的遮挡，影响通风采光，不是好的选择。图2-3-1-1中的建筑物，如果夏季主导风向来自道路一侧，其较低的部分会受到一定的影响。

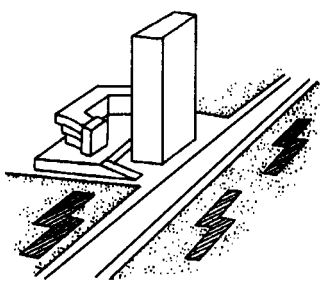


图 2-3-1-1　体型与环境的关系

2. 符合建筑功能的需要和建筑类型的特征

不同使用功能要求的建筑类型，具有不同的空间尺度及内部空间组合特征。因此在对建筑物进行体型和立面设计时，应当注意建筑类型的个

性特征。例如对有些大型办公楼所作的成片玻璃幕墙的立面处理，就不适用于住宅建筑。因为住宅的房间往往开间较小，而且必须有自然通风，住户还需要自行对套内的外门窗进行保洁，所以住宅建筑立面上往往不开成片的大窗，而且还会根据居住活动的需要，布置许多阳台（图 2-3-1-2）。此外，建筑的体型和立面设计还应顾及其所属类型的文化内涵。例如某些娱乐性建筑较为活泼的外观，就不适用于较为严肃的纪念性建筑。

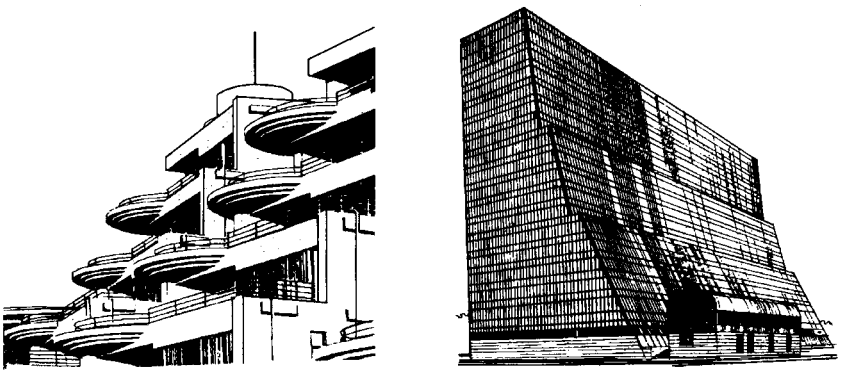


图 2-3-1-2　居住建筑与办公楼不同的立面处理方式

（a）某居住建筑立面有大量门窗及阳台；（b）某办公楼立面全部覆盖玻璃幕墙

3. 合理运用某些视觉和构图的规律

建筑物的体型和立面既然要给人以美的享受，就应该讲究构图的章法，遵循某些视觉的规律和美学的原则。因此在建筑的体型和立面的设计中，常常会用到诸如讲究建筑层次、突出建筑主体、重复运用母题、形成节奏和韵律、掌握合适的尺度比例、在变化中求统一等手法。所谓建筑的层次，是指建筑物各个段落之间的排列顺序及相互间的视觉关系。所谓突出主体部分，是指应当注意形成视觉的中心。所谓重复使用母题，是指重复使用某一种设计元素，例如一个 1/4 的圆柱体，令其像乐曲中的某一段旋律一样，可以反复出现，或者经过变奏，达到加深主题的目的。所谓节奏和韵律，是指一种有规律的变化。而合适的尺度比例，则是指符合视觉规律的建筑物各向度之间及细部的尺度关系。在下面两节介绍建筑体型及建筑立面的设计要领的过程中，将通过实例对这些手法进行具体的说明，此处不再赘述。

4. 符合建筑所选用结构系统的特点及技术的可能性

每种结构体系，都有其固有的力学特点，而且选用的建筑材料也各不相同。例如，砖石砌筑的建筑，墙体由于材料的原因，不可能开很大的门窗洞，否则窗间墙过窄，不利于受力，还容易倒塌。而用钢筋混凝土的骨架作为承重系统的建筑物，因为墙体不承重，就没有这样的限制（图 2-3-1-3）。又如某些以大型的空

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



（a）　　（b）

图 2-3-1-3　建筑结构体系对建筑造型的影响

（a）某砖石结构建筑；（b）某骨架结构建筑

间结构作为屋盖系统的建筑，其屋盖系统的形态特征往往就构成了建筑物的主要体型特征（图 2-3-1-4）。此外，各种构造方面的要求和施工技术及其可能性，也都会对建筑物的体型和立面的形成造成影响。例如很多建筑物成片玻璃幕墙上的玻璃从外观上看好像并不透明，主要是出于解决热工性能方面问题的构造需要。一则能够隔离部分紫外线，二则可以不至于暴露安装在其背后的保温材料。又如一些用工业化的施工方法在现场快速组装工厂预制构件的装配式建筑，其体型、体量以及立面上构件的大小和分割，都会显示出工业化体系的特征（图 2-3-1-5）。

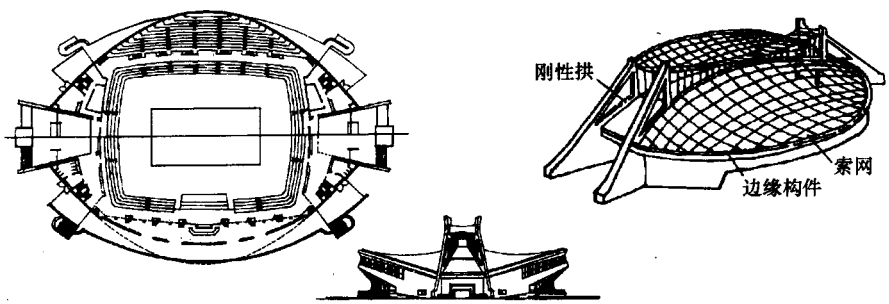


图 2-3-1-4　某体育馆建筑

5. 掌握相应的设计标准和经济指标

建筑活动往往需要大量的投资，在设计时不能片面追求建筑物豪华的外观效果而滥用资金。无论建设资金的来源如何，设计人员都应该掌握适度设计的原则，在满足相关的规范所规定的建筑设计标准的基础上，充分发挥智慧和创造力，争取投资和效果的圆满结合。

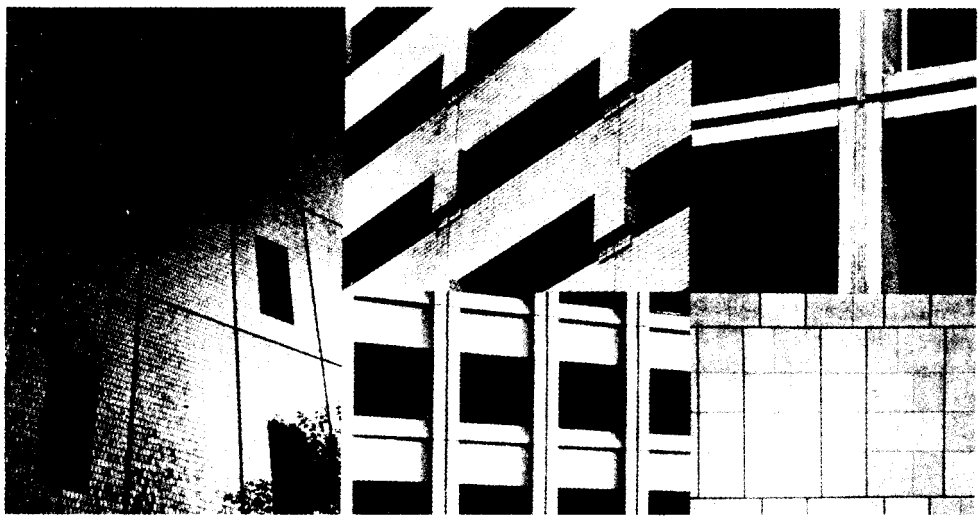


图 2-3-1-5　用工业化建筑体系设计和建造的房屋的表面特征

3.2　建筑体型的组合

建筑物内部的功能组合，是形成建筑体型的内在因素和主要依据。但是，建筑体型的构成，并不仅仅是这种组合的简单表达，更何况一栋建筑物的内部功能组合，往往并不是只存在一种可能性。例如对工程项目的设计进行招标，就是要进行多方案的比较。因此通过对建筑体型进行组合方式的研究，可以帮助设计人员反过来进行平面功能组合方面的再探讨，从而不断完善设计构思，以尽量达到建筑内部空间处理和外形设计的完美结合。

建筑体型的组合有许多方式，但主要可以归纳为以下几种：

（1）对称式布局。这种布局的建筑有明显的中轴线，主体部分位于中轴线上，主要用于需要庄重、肃穆感觉的建筑，例如政府机关、法院、博物馆、纪念堂等（图 2-3-2-1）。

（2）在水平方向通过拉伸、错位、转折等手法，可形成不对称的布局。用不对称布局的手法形成的不同体量或形状的体块之间可以互相咬合或用连接体连接，还需要讲究形状、体量的对比或重复以及连接处的处理，同时应该注意形成视觉中心。这种布局方式容易适应不同的基地地形，还可以适应多方位的视角。在本章上一节中所提及的构图原理，都可以根据建筑和环境的特点合理采用。下面仅介绍几个实例：

图 2-3-2-2 中所示的建筑实例，各部分体块之间比例关系得当，布局错落有致，利用较低的中心部分连接整个群体，产生良好的聚合力。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



图 2-3-2-1　某历史博物馆使用对称式布局的建筑体型

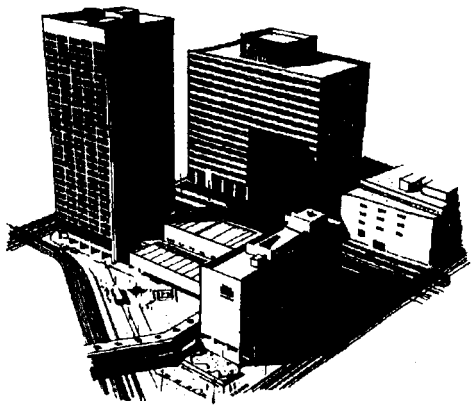
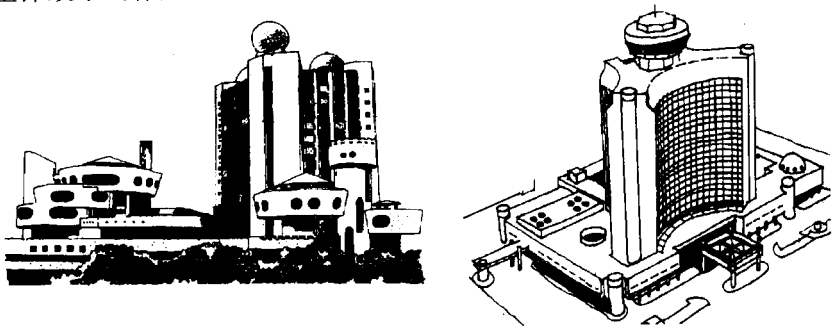


图 2-3-2-2　某建筑群在中心部分用连接体连接各个体块

图 2-3-2-3 所示的建筑实例中各有一个典型的造型母题，起到活跃或协调群体整体效果的作用。



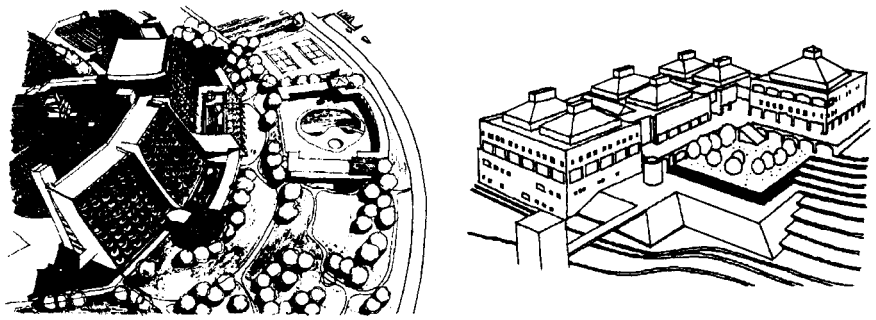
(a)　　(b)

图 2-3-2-3　建筑物使用造型母题的实例

(a) 某青少年活动中心用同一个活泼的造型母题形成强烈的个性特征

(b) 某建筑物多次使用圆柱形的母题，起到协调整个群体的作用

图 2-3-2-4 中所示的建筑实例以相似的体形多次重复，形成了韵律感，从而富有感染力。

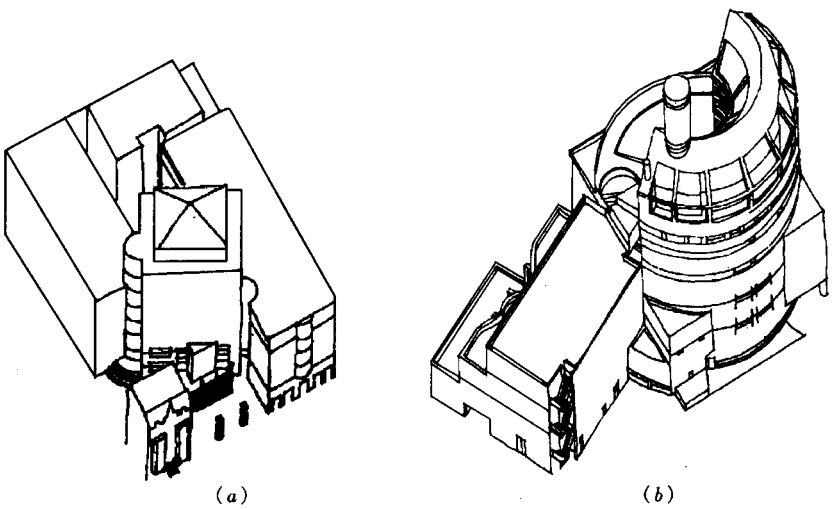


（a）　　（b）

图 2-3-2-4　建筑物以重复相似体型的方法造成韵律感

（a）某饭店将基本体型呈扇面散开；（b）某学校教学楼重复使用近似体量的立方体

图 2-3-2-5 中所示的建筑实例有明显的插入体，像楔子一样统合各分部，并形成视觉中心。



（a）　　（b）

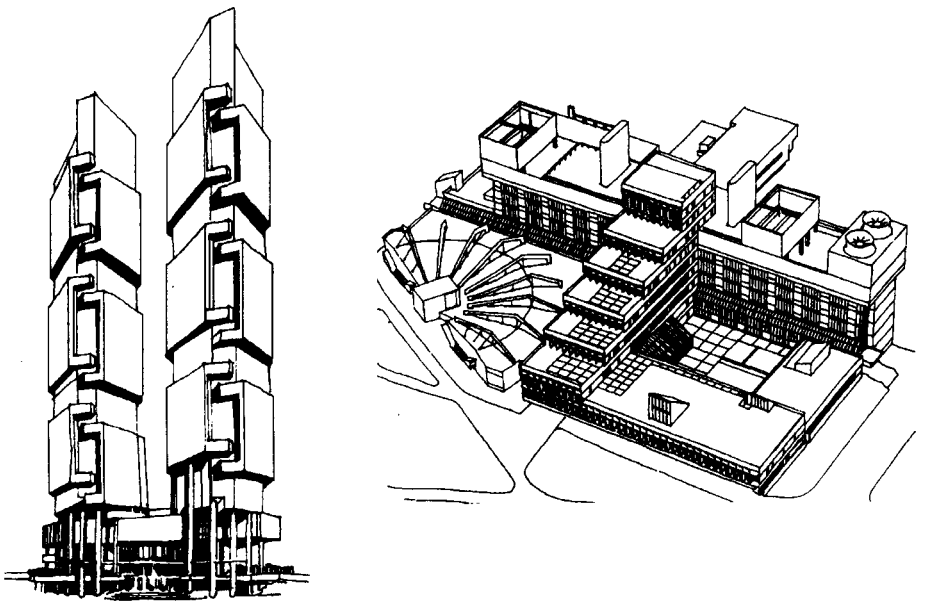
图 2-3-2-5　建筑物用插入体楔合各个段落

（a）某建筑物在各段落间插入旋转 45°的立方体；

（b）某建筑物用圆柱形的体块统合各段落

（3）在垂直方向通过切割、加减等方法来使建筑物获得类似“雕塑”的效果。这种布局需要按层分段进行平面的调整，常用于高层和超高层的建筑以及一些需要在地面以上利用室外空间或者需要采顶光的建筑（图 2-3-2-6）。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



(a)　　(b)

图 2-3-2-6　建筑物在垂直方向对体型进行切割、加减处理

(a) 某金融机构大楼在垂直方向有强烈的雕塑感；(b) 某学校教学楼在中间段进行退台处理

3.3　建筑立面的设计

相对建筑物的体型设计主要是针对建筑物各部分的形状、体量及其组合所做的研究，建筑立面设计则偏重于对建筑物的各个立面以及其外表面上所有的构件，例如门窗、雨篷、遮阳、暴露的梁、柱等等的形式、比例关系和表面的装饰效果等进行仔细的推敲。在设计时，通常是根据初步确定的建筑内部空间组合的平、剖面关系，例如房间的大小和层高、构部件的构成关系和断面尺寸、适合开门窗的位置等等，先绘制出建筑物各个立面的基本轮廓，作为下一步调整的基础。然后再在进一步推敲各个立面的总体尺度比例的同时，综合考虑立面之间的相互协调，特别是相邻立面之间的连续关系，并且对立面上的各个细部，特别是门窗的大小、比例、位置，以及各种突出物的形状等进行必要的调整。最后还应该对特殊部位，例如出入口等作重点的处理，并且确定立面的色彩和装饰用料。由于立面的效果更多地表现为二维的构图关系，因此要特别注意以下一些方面：

1. 注重尺度和比例的协调性

这是立面设计所要解决的首要问题。首先立面的高宽比例要合适。其次立面上的各组成部分及相互之间的尺寸比例也要合适，并且存在呼应和协调的关系。

再有所取的尺寸还应符合建筑物的使用功能和结构的内在逻辑。例如图 2-3-3-1 中的建筑物立面上各个分段和窗门、洞口之间的尺度比例关系较好，而且由于充分表现了建筑结构的构成关系，使得建筑尺度有着力学上的可信度，给人舒适感。图 2-3-3-2 中的建筑物立面上高耸部分与水平拉伸的部分之间大的比例关系协调，但在高耸部分的细部中却运用了扁平的比例因子，而在水平拉伸部分的细部中则运用了细高的比例因子。虽然二者属于错位运用，但相互呼应，结果总体效果良好。由于在实际生活中，建筑物的立面被观看时总是带有透视效果的，因此利用带型窗和连续遮阳板等长条的水平构件或壁柱等连续的垂直构件，可以在视觉上加强建筑物水平或垂直方向的尺度感觉（图 2-3-3-3）。

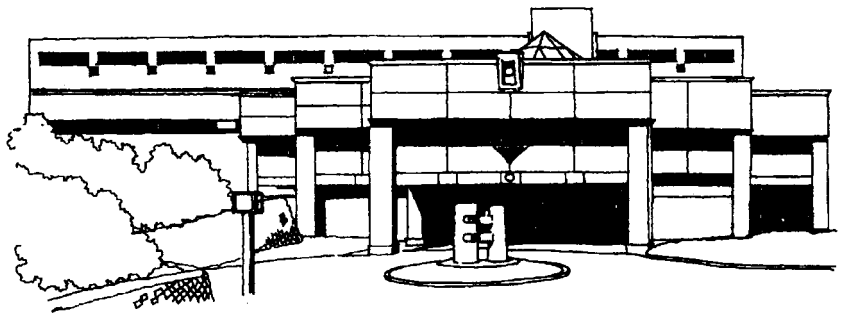


图 2-3-3-1　某建筑各部分比例合适并表现了结构的逻辑

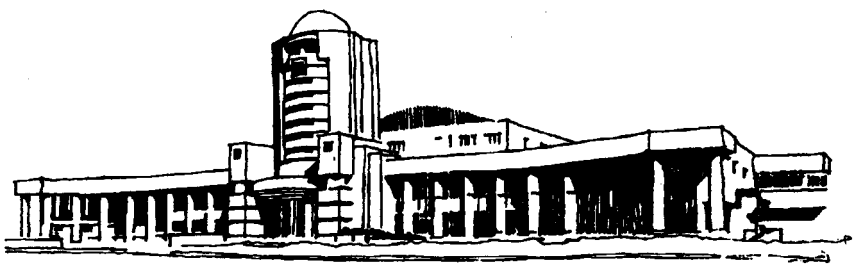


图 2-3-3-2　某建筑各部分交替使用构图方式和比例因子

2. 掌握节奏的变化和韵律感

建筑立面上的节奏变化和所形成的韵律感在门窗的排列组合、墙面构件的划分方面表现得较为突出。一般来说，如果门窗的排列较为均匀，大小也接近，立面就会显得比较平板；如果门窗的排列有松有紧，而且疏密有致并存在规律性，就可以形成一定的节奏感。另外，墙面上一些线条的划分或者一些装饰构件的排列，也会对立面节奏和韵律的形成起到重要的作用。例如图 2-3-3-4 所示的建筑物除了进口处以外的三段墙面，从左到右分别由柱间的方形大窗、带壁柱的小窗和柱间连续的的拱形门，用相同的分割比例形成了相同的韵律。但由立柱和小窗

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

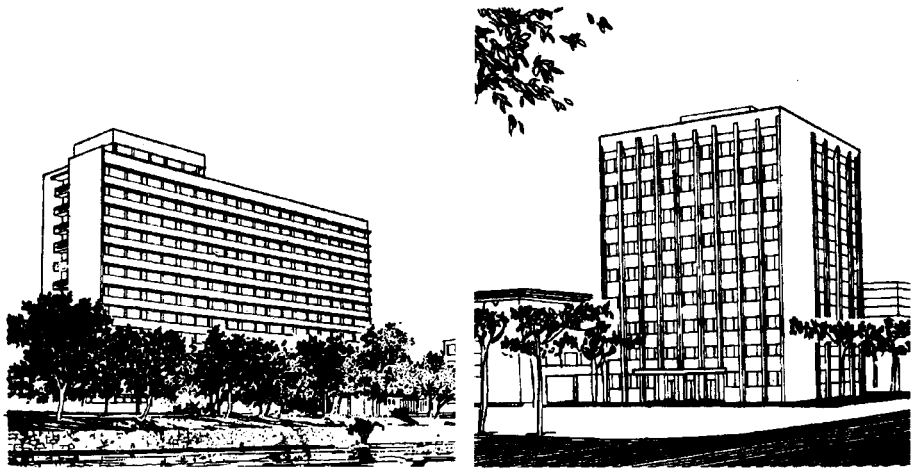


图 2-3-3-3　水平和垂直线条对建筑体量在视觉上的影响



图 2-3-3-4　某住宅门窗的韵律感

构成的部分显得节奏较为平缓，而由三扇大型落地窗和连续拱门构成的部分就显得节奏较为紧凑。像这样在统一中求变化的例子并不少见。又如图 2-3-3-5 所示的建筑物，立面上由于开窗方式的不同，明显构成了上下两个段落。仔细研究可以发现承重结构构件所在的位置并没有改变，但通过墙面线条的划分造成了一些视线上的错觉，从而使整个墙面显得比较轻巧，同时又将上下两段窗门成矩形的布阵方式和成三角形的布阵方式统一了起来。

3. 掌握虚实的对比和变化

在立面上的门窗洞口和实墙面之间、墙面凹进去的部分和突出来的部分之间，往往会因为材质所造成的通透与封闭之间的对比或者光影所造成的明与暗之间的对比，给人以虚、实不同的感觉。一般说来，立面上开窗的面积较大，容易显得建筑物较为轻盈、开敞，而实墙面较多，则容易显得建筑物较为坚实、厚



图 2-3-3-5　某住宅门窗和墙面线条的分割艺术

重。在设计时可以结合建筑物的性质特征和通风、采光等要求来做出合适的选择。例如，图 2-3-3-6 中的法学院建筑立面较为封闭，给人以职业上的严肃的感觉。又如图 2-3-3-7 中某报社建筑立面上用大片玻璃与实墙面组合，造成一种

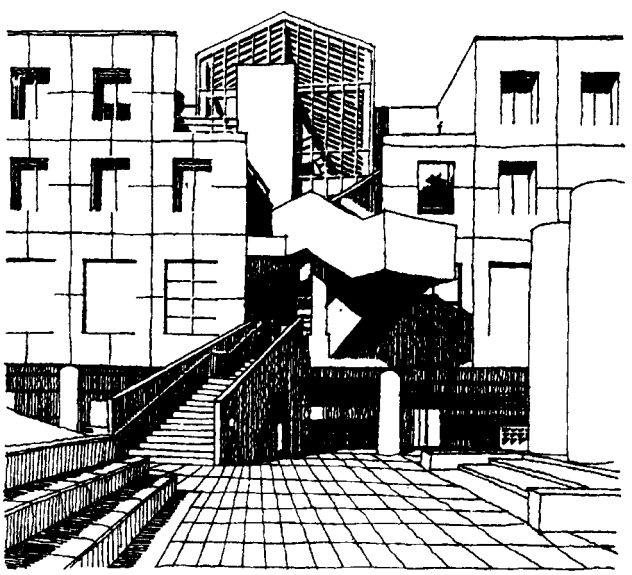


图 2-3-3-6　某法学院立面

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

“层层剥笋”的印象，暗示了新闻机构的性质。实际上，建筑立面上虚、实部分的比例关系和变化，也是值得认真推敲的，否则造成诸如头重脚轻、不稳定等错觉，就会影响美观。图2-3-3-8中某宾馆建筑立面的上、下两部分按照很好的比例关系进行虚实对比，而且顶层部分又进行退台处理，实墙面部分也有局部的变化，立面效果就比较好。

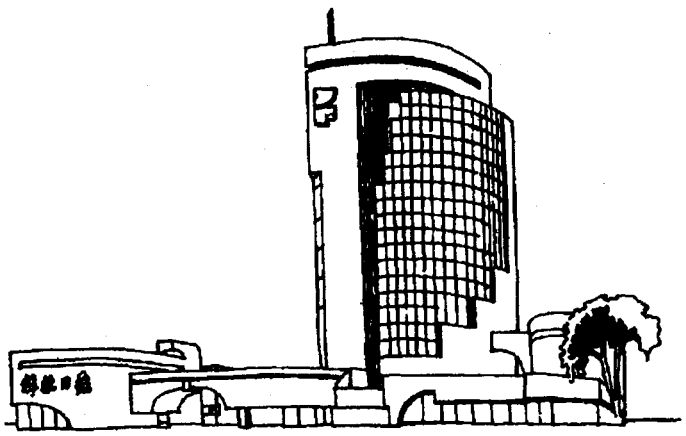


图2-3-3-7　某报社立面

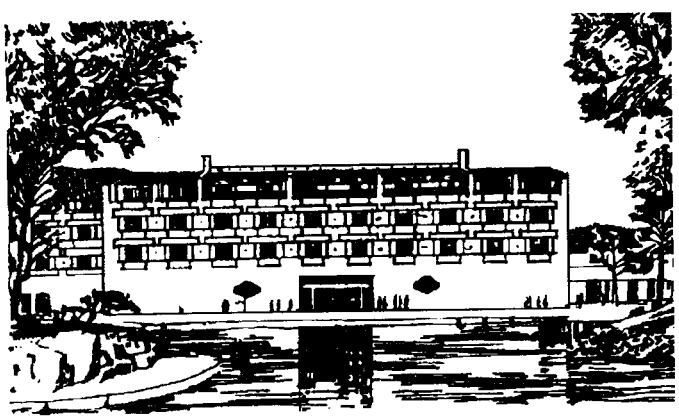


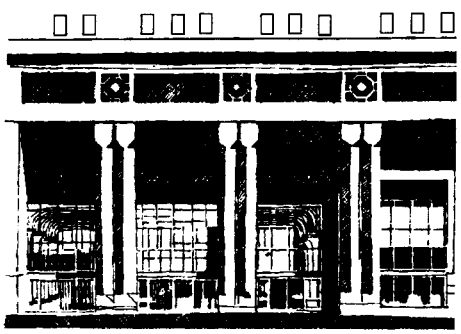
图2-3-3-8　某宾馆立面

4. 注意材料的色彩和质感

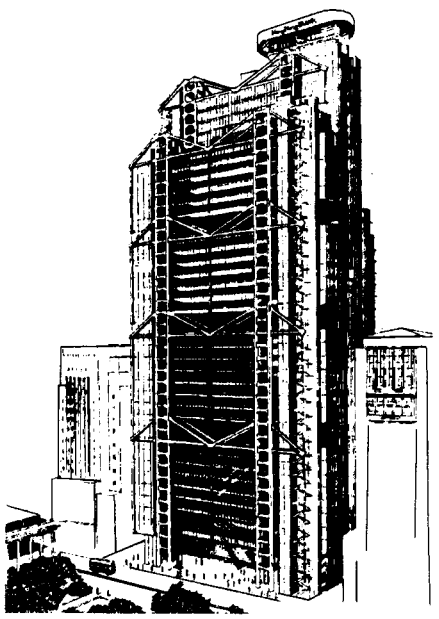
不同的色彩会给人的感官带来不同的感受，例如白色或较浅的色调会使人觉得明快、清新；深色调容易使人觉得端庄、稳重；红、褐等暖色趋于热烈；而

蓝、绿等冷色使人感到宁静……不过建筑物的色彩总体上应当相对较为沉稳，色调因建筑物的性质而异，或者根据建筑物所处的环境来决定取舍。特别鲜亮的色彩一般只用在屋顶部分或是只用作较小面积的点缀。另外，同一建筑物中不同色彩的搭配也要讲究协调、对比等效果。例如处在绿树环抱中的住宅群，墙面颜色一般比较淡雅。在接近地面的部分可以贴石材或者色彩较深的面砖，使得建筑物显得底盘较稳重。而屋顶则可以选用与环境对比较为强烈的色彩，以与绿树相映衬，并突出建筑的轮廓。

建筑表面的材料质感主要涉及视觉和触觉方面的评价。表面粗糙的石质块材、混凝土等一般显得较为厚重粗犷，而平整光滑的金属装饰材料、玻璃等则显得较为轻巧华贵；天然竹、木手感较好，令人易于亲近，而用石粒、石屑等装修的表面则使人保持距离，等等。图 2-3-3-9 的实例中某信托机构用石材装饰复古式样的建筑立面，而某银行大楼则暴露钢结构，二者在表现建筑功能所应具有的力度方面具有异曲同工之妙。图 2-3-3-10 则为在建筑立面上用不同质感的材料进行强烈对比的实例。



(a)



(b)

图 2-3-3-9　材料质感对力度的表达

(a) 某信托机构立面；(b) 某银行立面

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

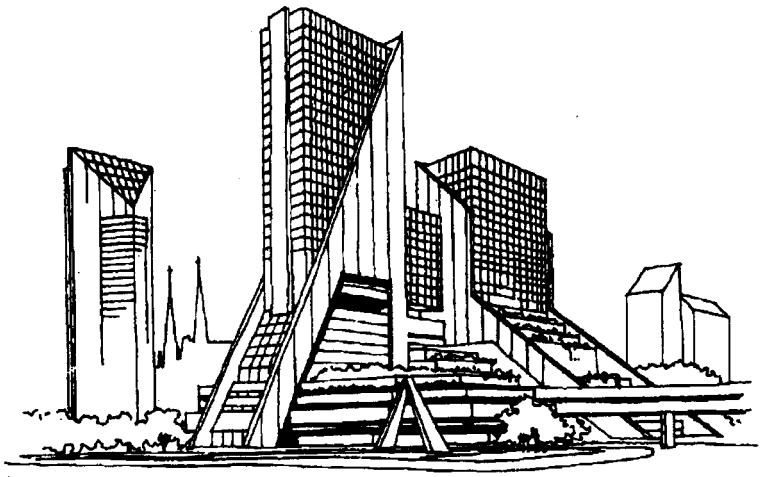


图 2-3-3-10　立面上材料质感的对比

第4章　建筑在总平面中的布置

在工程项目中，无论是对单栋建筑物还是对多栋建筑物的设计，都会牵涉到在基地上如何布置的问题。建筑物在基地总平面中的布置，既影响到建成后环境的整体效果，又反过来成为建筑物的单体在设计之初时所必须考虑的外部条件。本章将就其中一些可依循的基本法则和原理作大致介绍。

4.1　建筑物与基地红线的关系

基地红线是工程项目立项时，规划部门在下发的基地蓝图上所圈定的建筑用地范围。如果基地与城市道路接壤，其相邻处的红线应该即为城市道路红线，而其余部分的红线即为基地与相邻的其他基地的分界线。

在规划部门下发的基地蓝图上，基地红线往往在转折处的拐点上用坐标标明位置。要注意该坐标系统是以南北方向为 X 轴，以东西方向为 Y 轴的，数值向北、向东递进。例如某点坐标标明为（x，y），则 x 代表南北方向的坐标位置，而 y 代表东西方向的坐标位置。根据这样的资料，设计人员可以很容易借助计算机等辅助设计手段，确定准确的建筑用地范围。在基地上布置建筑物，首先要受到红线的限制。建筑物与基地红线之间存在着如下关系：

（1）建筑物应该根据城市规划的要求，将其基底范围，包括基础和除去与城市管线相连接的部分以外的埋地管线，都控制在红线的范围之内。如果城市规划主管部门对建筑物退界距离还有其他要求，也应一并遵守。

（2）建筑物与相邻基地之间，应在边界红线范围以内留出防火通道或空地。除非建筑物前后都留有空地或道路，并符合消防规范的要求时，才能与相邻基地的建筑毗邻建造。

（3）建筑物的高度不应影响相邻基地邻近的建筑物的最低日照要求。

（4）建筑物的台阶、平台不得突出于城市道路红线之外。其上部的突出物也应在规范规定的高度以上和范围之内，才允许突出于城市道路红线之外。

（5）紧接基地红线的建筑物，除非相邻地界为城市规划规定的永久性空地，否则不得朝向邻地开设门窗洞口，不得设阳台、挑檐，不得向邻地排泄雨水或废气。

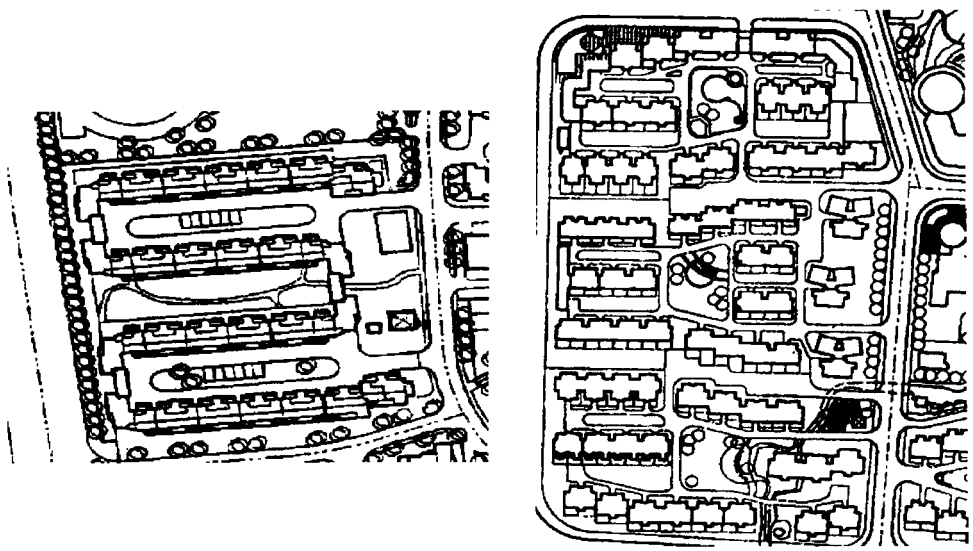
标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

4.2　建筑物与周边环境的关系

建造建筑物的过程，可以看作是物质和能量转移的过程。基地上旧有的一部分物质和能量被迁移或是发生了变化，新的部分添加了进来，这样就构成了新的室外空间关系和生态系统的交换关系。例如房屋之间所围合的空间形状产生了变化、道路的走向与过去有所不同、植被的种类和面积也不一样，等等。无论是我们所设计的建筑物能够自成系统地形成建筑组群，还是项目中这次只有单栋建筑，都应该将其作为开放的系统来看待，充分考虑到建筑物建成后在更大的城市空间以及生态环境中能与周边环境长期和谐共存的可能性。本节将把这一问题分为物质环境和生态环境两个方面来进行讨论。

4.2.1　建筑物与周边物质环境的关系

建筑物与周边物质环境的关系，主要表现在室外空间的组织是否舒适合理，建筑物的排列是否井然有序，有关的基本安全性能是否能够得到保障，等等。



(a)　　(b)

图 2-4-2-1　住宅区实例一

图 2-4-2-1 是某些上一世纪后叶所建造的住宅组团的总平面布置图。其中有许多住宅单体体型平板规整，相互间成行列式排列，使得室外空间也显得较为单调乏味。而图 2-4-2-2 所示的几个组团，或将建筑物前后错开搭配，或改变

住宅单体的形状，令其呈曲线变化，使得组合后形成的室外空间富有趣味，组团绿地分布合理，大部分住户都能够享有均等的与室外环境的亲和关系。从这两组实例的比较中可以看出，建筑单体的设计与相互组合的可能性之间以及与构成室外空间的形态之间有着密切的关系。建筑设计的过程往往是由里而外，又由外而里，经过多次反复考虑、修改，才能最后完成的。例如图 2-4-2-2（*a*）中的一些住宅单体，根据组合的需要，会将某些房间修改为扇形的平面。而且为了实行车行道和步行道分离，还需要对住宅单体分别进行南向入口和北向入口的设计。又如 图 2-4-2-2（*c*）中的住宅群，有的部分前后距离较近，为了不产生遮挡，住宅就会做得高低错落。这样建筑体型的设计就不会是凭空臆造的，而是有道理的。

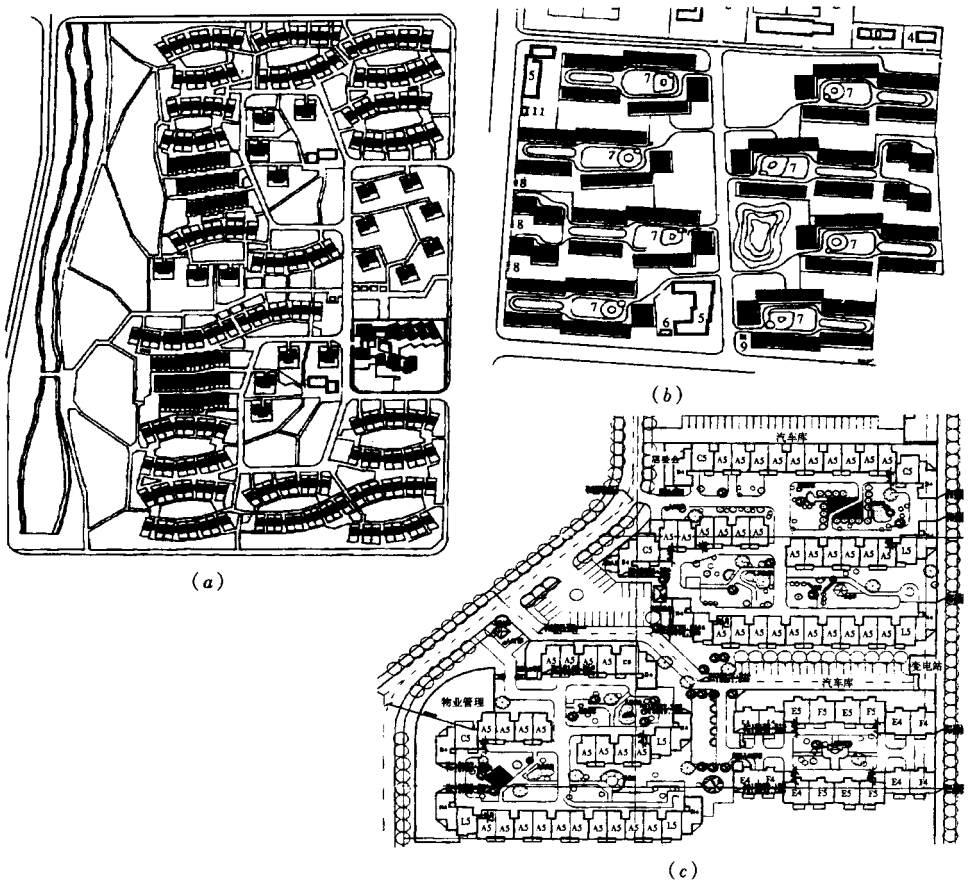


图 2-4-2-2　住宅区实例二

从上述的实例中我们又可以看到，建筑基地内部及外围总是有道路以及停车场等不同的设施，建筑物的布置应该与交通系统的组织综合考虑。除了上文中已

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

经提到的建筑物的出入口受到道路系统的影响之外，道路上行车还会产生噪声及废气，或者产生安全问题。因此在进行建筑总平面的设计时，应当充分考虑这些因素。其中特别是减少噪声干扰的问题，是建筑设计中必须予以特别重视的。例如中小学校的建筑设计规范中，规定两排教室的长边相对时，其间距不得小于25m；教室的长边与运动场地的间距也不得小于25m。该规范还规定了中小学主要教学用房与周边可能有的铁路及各种交通流量的道路之间的距离。像这类规定，主要是针对噪声问题而设的。要是有些建筑物本身就带有噪声源，例如一些有特殊设备的厂房等等，在设计时更应该在采取局部隔声构造措施的同时，注意从布局上处理好同周边建筑物的关系。

另外，消防问题也是不可忽略的安全问题。建筑设计防火规范和高层民用建筑设计防火规范对于各类建筑物之间的防火间距作了严格的规定，还规定了基地上消防车可以通行的道路与建筑物之间的位置关系，在设计时应该严格遵守。

4.2.2　建筑物与周边生态环境的关系

从人与自然和谐共存的角度来看，我们所建造的供生产、生活的人工环境一定要纳入自然生态环境良性循环的系统。在设计的过程中，可以从建筑的光环境、风环境、卫生绿化条件、节能等方面来进行调控。

目前，光环境最基本的衡量标准是建筑获得日照的状况和有效的日照时间。例如，根据我国所处地理位置的特点，相关标准要求每套居民住宅必须有一间居室获得日照，日照时间为分别在大寒日2h或冬至日1h连续满窗日照。对那些卫生要求特别高的建筑物，如托儿所、幼儿园、疗养院、养老建筑等，该标准提高为每间活动室或者居室都必须获得日照，而且连续满窗日照时间为3h。这样，我们在设计的过程中，就应该根据建筑物的特点，除了在平面组合时考虑有关房

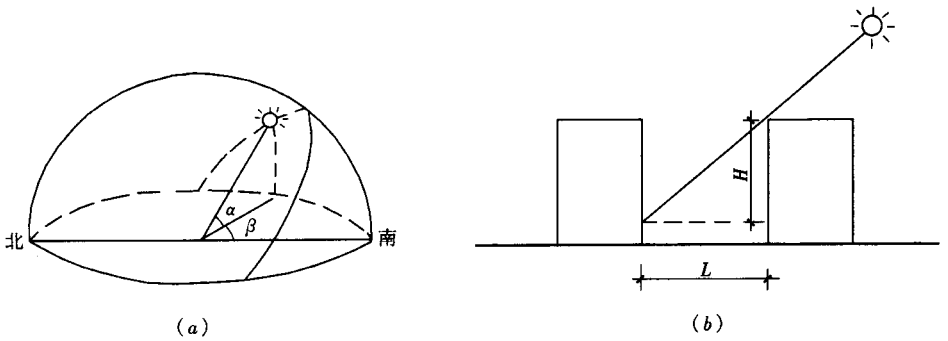


图2-4-2-3　日照和建筑物的间距

(a) 太阳高度角和方位角；(b) 建筑物的日照间距

∠α—高度角；∠β—方位角

间的朝向及可能的开窗面积外，在形体组合时还要考虑是否会造成对日照的遮挡，在总平面布置时则要注意基地的方位，建筑物的朝向，以及注意保持建筑物之间的日照间距。图 2-4-2-3 描述了太阳的高度角 α 和方位角 β 这两个基本概念。处于不同的方位，前排建筑物对后面建筑物的遮挡情况是不一样的，通常以当地大寒或冬至日正午十二时太阳的高度角 α 作为确定建筑物日照间距的依据。如

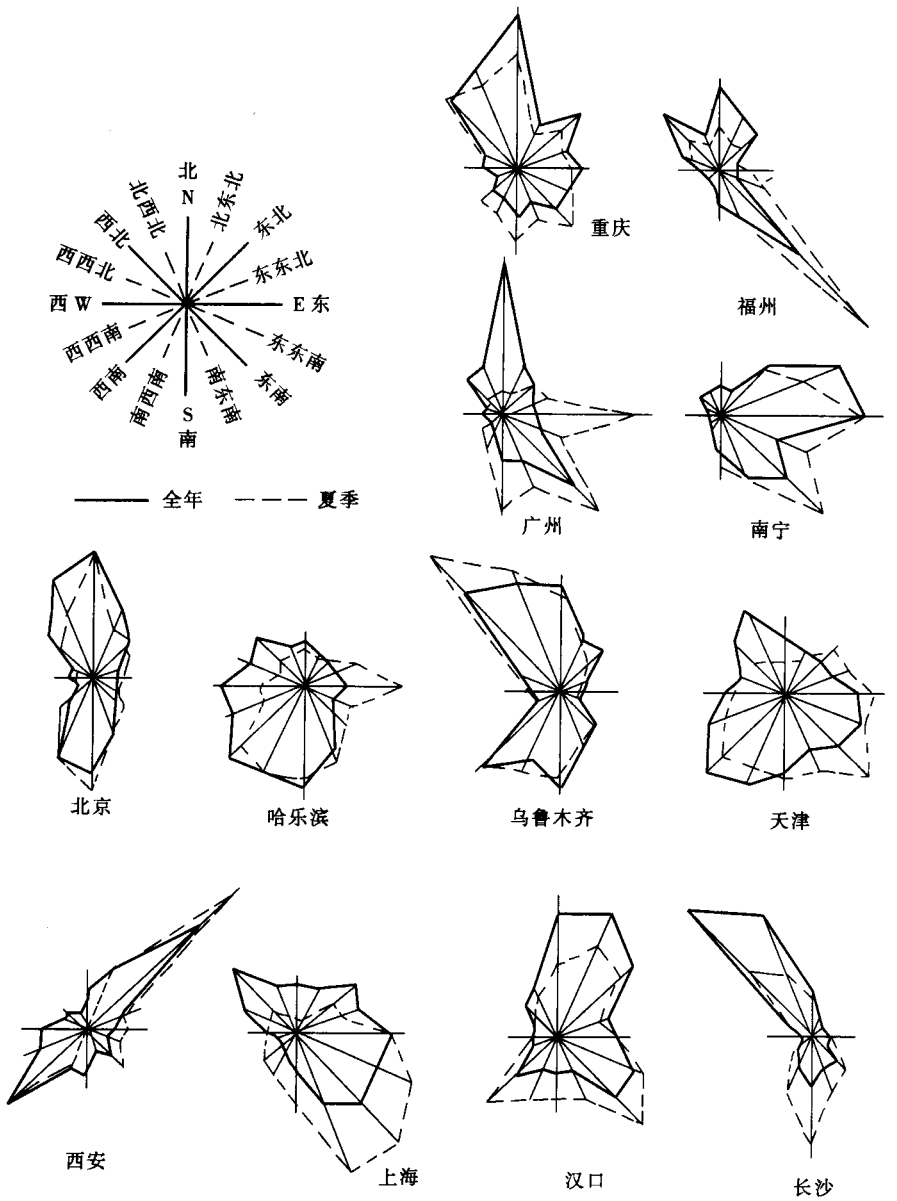


图 2-4-2-4　我国部分城市的风向频率玫瑰图

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

图，建筑物的日照间距计算公式为：

$$L = H \times \mathrm{ctg}\alpha \times \cos\beta$$

许多城市的地方标准会根据当地的地理情况，作出对房屋间距与前排建筑物的高度的比值规定，并且规定有效的建筑方位角范围，以及在不同方位角的情况下，该比值的增减系数，设计时可以参照执行。对于那些有特别规定的建筑类型，在设计时还必须作图来求得在标准所规定的有效时间段内，建筑物是否能满足日照标准的要求。

同样，通风状况是否良好也是建筑设计所要考虑的重要标准。为了卫生、舒适、节能的需求，除了建筑物的室内最好能通过开窗的位置和方式组织穿堂风和自通风外，整个基地上建筑物的布置都应该有利于形成良好的气流，并且不要对周边的固有环境造成不良影响。图 2-4-2-4 是建筑设计中常用的风玫瑰图，它是根据气象资料总结的当地常年及夏季的主导风向及其出现的频率。参照风玫瑰图，可以帮助决定建筑物之间的高低错落关系。例如在我国的南方地区，往往不希望受到南向的高大建筑的遮挡。此外，建筑物相互位置之间的疏密远近，对自然风通过时的风向、风速，还会产生局部的影响。例如双面临街的高层建筑，会加快中间风的流速，在寒冷的冬季可能令行人感到不快。因此，许多建筑在进行总平面布置时还应通过模拟计算，甚至需要通过风洞试验。

有时，建筑物之间相互错开来布置，可以同时解决日照、通风、室外空间组织等多方面的问题。图 2-4-2-5 所示的建筑群体关系，表达出一种设计概念，是可以学习的好方法。

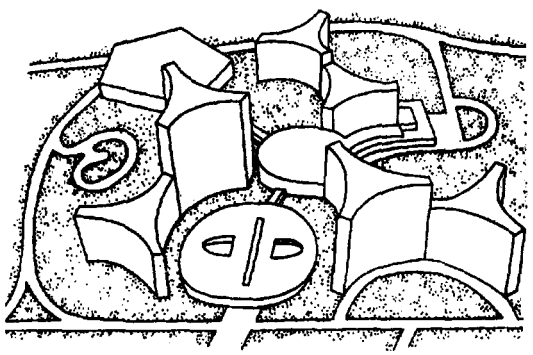


图 2-4-2-5　某建筑群体布置示意

绿化是在人工环境中求得生态平衡的重要手段，在建筑总平面的安排中，留出绿化的面积固然很重要，但还要为绿色植物的生长提供有利的环境。例如在高层建筑围绕下的绿地，虽然由于高层之间间距大，从平面图上看，似乎绿地的规模不小，很有气派，但实际上建成后由于绿地常年处于建筑物的阴影之下，很多树种难以存活，效果就不一定很好。此外，对于基地上具有保留意义的生态环境，即便是一些有一定树龄的老树，也应尽量予以保护。上海有一个废弃的机场，在改为住宅建设用地的过程中，保留了其中惟一的一块城市中仅存的湿地，虽然少建了相当面积的住宅，但保留了可供城市呼吸的珍贵的绿“肺”，为改良城市的生态环境起到了不可低估的作用。

4.3　建筑物与基地高程的关系

任何建筑基地都会存在自然的高差，设计后为了地面排水的需要，也应形成一定的地面高差和坡度。建筑设计规范要求，建筑物的底层地面应该至少高于其基底外的室外地面约 150mm。如果建筑底层地面架空铺设的话，最好高于室外地面 450～600，一般可以在 150～900 之间选择。如果室内外高差太大，会对通行带来一些困难。

有一些建筑基地上，本来的自然高差就相当大，这时建筑布置应当考虑建造时土方的平衡、道路的顺畅便利以及建筑物对室外地面排水的影响。图 2-4-3-1 和图 2-4-3-2 分别表示建筑物平行于基地等高线布置和垂直、斜交于基地等高线布置的情况。

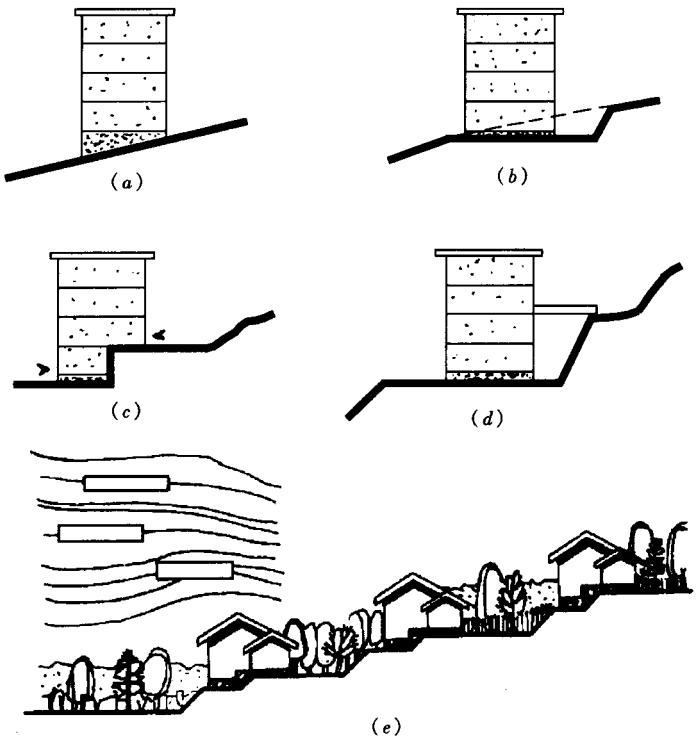


图 2-4-3-1　建筑物平行于等高线的布置

（a）前后勒脚调整到同一标高；（b）筑台；（c）横向错层；

（d）入口分层设置；（e）平行于等高线布置示意

一般说来，当基地坡度较小时，建筑可以采取平行于等高线布置的方法。其中坡度较缓，如小于 10%的时候，可以采用图 2-4-3-1（a）中所示的方法，将勒

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

脚部分统一抬高到一个高度，以节省土方。否则可以采取图 2-4-3-1 中其余的方法，或者整理出一部分平台来建房（图 2-4-3-1*b*），或者令建筑物局部适应基地的高差（图 2-4-3-1*c*），或者在建筑物的不同高度上分层设出入口（图 2-4-3-1*d*）。不过建筑物靠近基地高起部分的房间的通风采光还是应当予以重视，尽量不要以降低这些方面的质量来换取其他利益。

当基地坡度较大、建筑物平行于等高线布置对朝向不利时，往往会采取垂直或斜交于等高线布置的方式，这样通风、排水问题都比较容易解决。但是建筑物基础的处理和道路的安排都比平行于等高线时复杂得多。如果基地坡度较陡，建筑物可以顺势像图 2-4-3-2（*a*）的做法一样，逐层增加面积，也可以利用室外的台阶通达分层各自的出入口。有时建筑物与基地等高线斜交，相当于减小了地面坡度。这时建筑物也可以采用如图 2-4-3-2（*b*）那样的方法，进行错层设计。

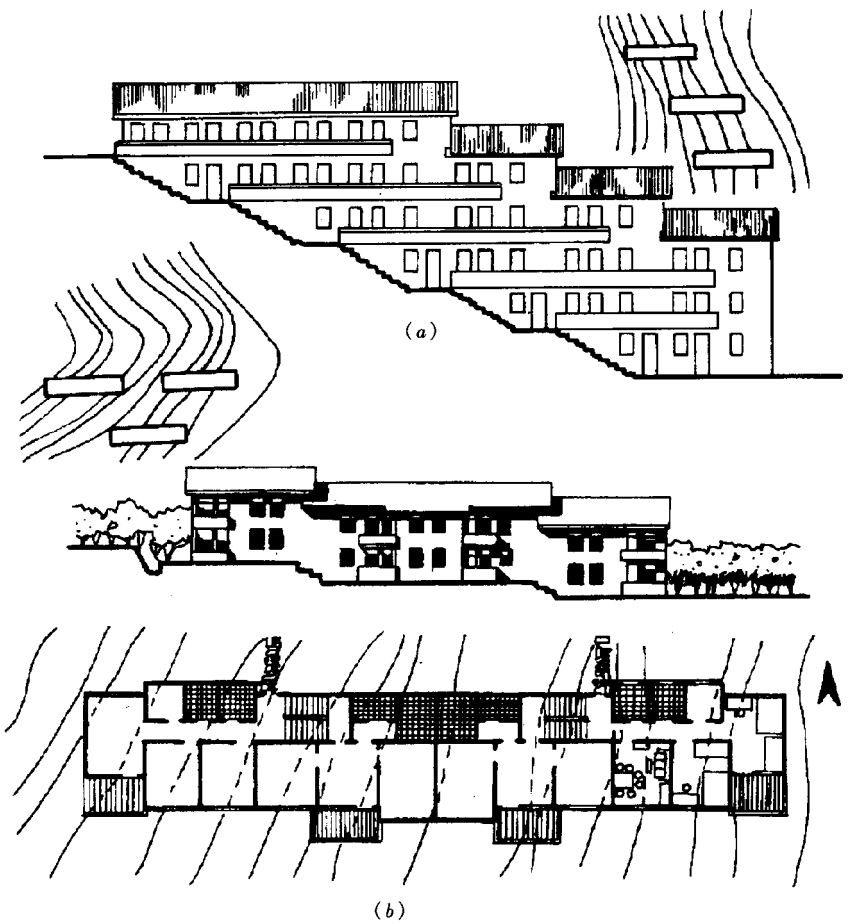


图 2-4-3-2　建筑物垂直或斜交于等高线的布置

（*a*）垂直于等高线布置示意；（*b*）斜交于等高线布置示意

第3篇　常用结构体系所适用的建筑类型

在第1篇里，我们已经讨论过建筑物的结构支承系统的主要作用是传递荷载以及保证建筑物在受力、变形等方面的安全可靠性和稳定性。但是不同类型的结构体系，由于其所用材料、构件构成关系以及力学特征等方面的差异，其所适用的建筑类型是不尽相同的。在设计时，除了合理性以及经济方面的考虑外，还应通过比较和优化，尽量使结构方案能够与建筑设计相互协调、相互融合，以便更好地满足建筑物在空间功能以及美学、风格等各方面的要求。本篇将就不同的结构体系所适用的建筑类型及其原理作一个基本的介绍。在实际的工作中，如能注意不断收集和积累经验，对不同的个案作具体深入的分析和研究，将能在此基础上不断加深理解。

第1章　墙体承重结构所适用的建筑类型

墙体承重结构支承系统是以部分或全部建筑外墙以及若干固定不变的建筑内墙作为垂直支承系统的一种体系。根据建筑物的建造材料及高度、荷载等要求，主要分为砌体墙承重的混合结构系统和钢筋混凝土墙承重系统。前者主要用于低层和多层的建筑，而后者则适用于各种高度的建筑，特别是高层建筑。因为在钢筋混凝土承重墙系统中适当布置剪力墙，则剪力墙不仅能够承受垂直荷载，还能够承受水平力，为建筑物提供较大的抗侧力刚度，这对于抵抗侧向风力和地震水平分布力的影响都是十分重要的。

墙承重结构支承系统的墙体布置一般可以分为横墙承重、纵墙承重以及纵横墙混合承重几种类型。无论以其中哪种方式支承来自楼面、屋面的荷载，由于有多道承重墙存在，承重墙上不能留有过多的洞口，以及承重墙墙体位置也不得任意更改等原因，墙承重结构支承系统一般适用于那些在使用周期内室内空间功能和尺度都相对固定的建筑物，而不适用于那些需要经常灵活分隔空间的建筑物，也不适用于那些内部空旷的建筑物。本章内容将就墙承重结构支承系统的类型特征及墙体布置对建筑空间分隔和利用所产生的影响分别作出论述。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

1.1　砌体墙承重体系的特点及其所适用的建筑类型

混合结构是以砌体墙作为竖向承重体系，来支承由其他材料（例如钢筋混凝土、钢-混凝土组合材料或木构件等）构成的屋盖系统或楼面及屋盖系统的一种常用结构形式。由于墙体材料的来源丰富，施工方便，对建筑平面的适应性强，因此大量应用于低层和多层的民用建筑，特别是住宅、旅馆、学校、托幼、办公用房和一些小型商业用房、工业厂房、诊疗所等的建设中。这些类型的建筑物，有些原本层数就受到限制，例如小学校和托幼等建筑物，考虑使用对象的年龄特征，相关规范规定其层数不得超过3层，因此总高度不会超过抗震规范对于砌体建筑的限制。另外此类建筑常有重复的建筑单元空间，例如教室、旅馆客房、办公室等等，往往需要固定的分隔墙体来划分空间。这些建筑采用混合结构体系，符合砌体以受压为主要力学性能的特征，承重墙布置较为容易，而且施工方便、造价较为低廉。

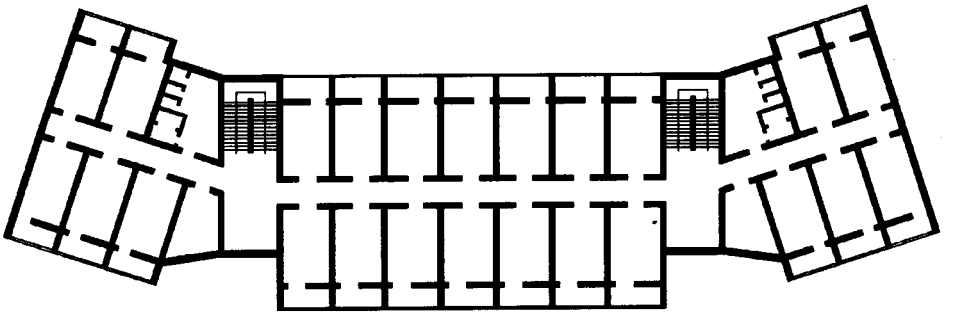


图3-1-1-1　某横墙承重的混合结构宿舍平面图

其中，在考虑承重墙体的布置时，除了兼顾建筑空间分隔的需要以及结构受力的合理性外，还应考虑满足通风采光以及设备布置和走向等方面的需求。一般来说，采用横墙承重的方式，在纵方向可以获得较大的开窗面积，容易得到较好的采光条件，特别是对于采用纵向内走道的建筑平面，由于走道两侧的房间都是单面采光的，开窗面积就显得尤其重要（图3-1-1-1）；反之，如果采用纵墙承重的方式，虽然可以减少横墙的数量，对开放室内空间有一定的好处，但其整体刚度往往不如横墙承重的方案好，纵向开窗面积也受到限制，所以在高烈度地震区应慎重对待。在实际工程中，混合结构体系的建筑常常采用纵、横墙混合承重的方案，特别是当楼板为现浇钢筋混凝土时，常常会形成双向板；有的混合结构体系的公共建筑则由于室内单个空间较大，楼层结构需要添加梁，也会形成纵、横墙混合承重的结果，甚至于需要在局部添加墙垛（又叫壁柱）以增加墙体的承载能力及稳定性，或者在建筑物内部局部添加柱子，以形成内框架（图3-1-1-2）。

由于混合结构体系的承重墙体由砌体砌筑而成，总高度也被控制在一定的范围内，因此在纵、横墙混合承重的情况下，除了建筑物的总长度不应超出规范的要求，同时应有一定数量的纵墙及横墙拉齐以加强建筑物的刚度、满足抗震的要求外，其墙体的布置相对较为自由，就施工而言并无太大的困难，在平面组合方面却获得了交通组织的方便并能够形成较好的采光和通风的条件，尤其适用于民用住宅。例如图 3-1-1-3 所示的住宅平面，部分纵墙或横墙没有拉齐，而是错开布置，使得各个房间都能够有直接对外开启的门或窗，用于户内交通的面积也被控制在适当的范围内。

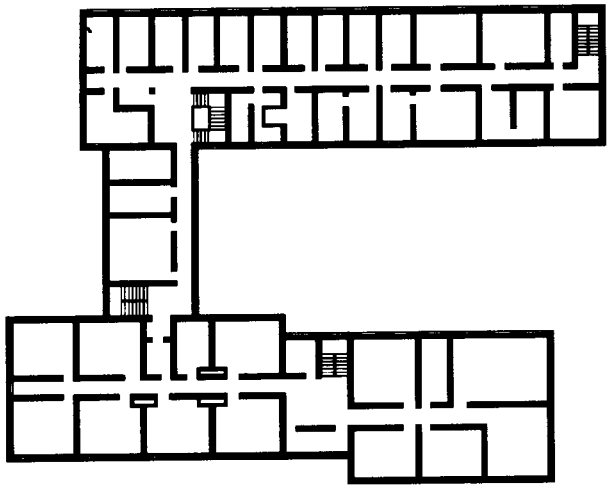


图 3-1-1-2　某纵横墙混合承重的混合结构办公楼平面图

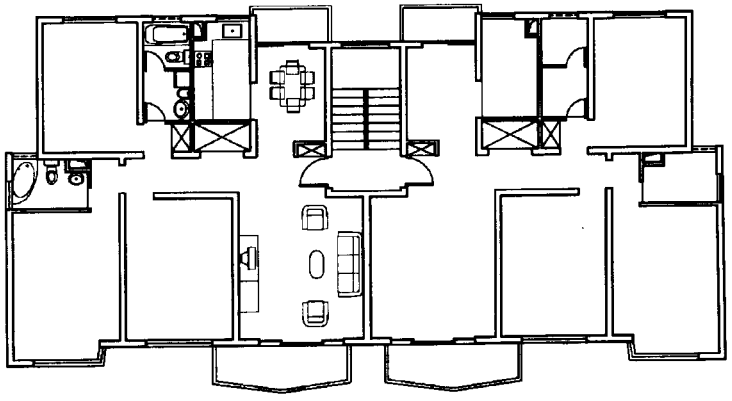


图 3-1-1-3　某混合结构多层住宅

此外，由于混合结构墙承重方案的墙体是由小构件砌筑而成的，墙体可以较为容易地砌成直线或各种其他线形，从而建筑立面或形体也可以变得较为丰富

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

(图 3-1-1-4)。

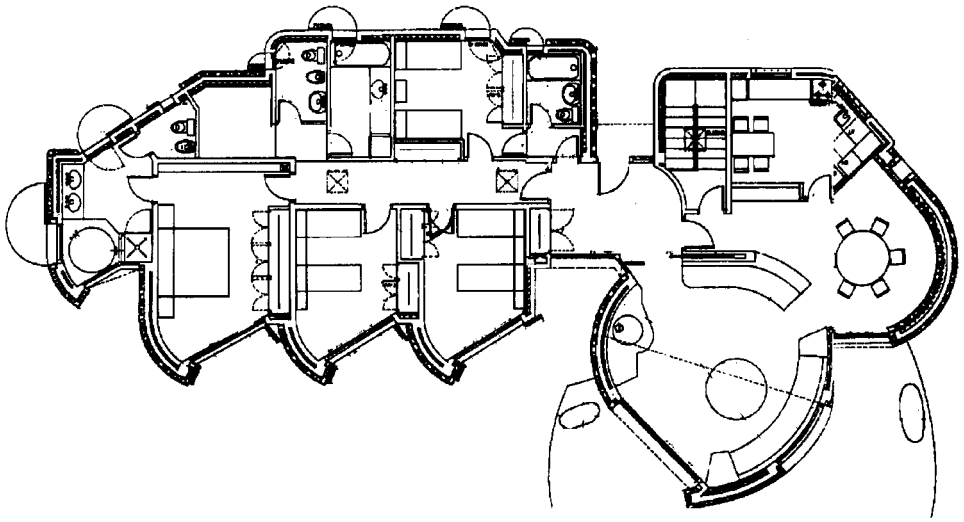


图 3-1-1-4　某混合结构独立式住宅墙多变化

1.2　钢筋混凝土墙承重体系的特点及其所适用的建筑类型

钢筋混凝土墙承重体系的承重墙可以分为预制装配和现浇两种主要形式。

1.2.1　预制装配式钢筋混凝土墙承重体系的特点及其所适用的建筑类型

在预制装配的钢筋混凝土墙承重体系中，钢筋混凝土墙板和钢筋混凝土楼板在工厂预制加工后运到现场安装。构件的分块一般比较大，需要重型设备运输和起吊。由于建造的工业化程度较高，构件需要标准化生产，而且对装配节点有严格的结构和构造方面的要求，因此建筑平面相对较为规整，往往以横墙承重居

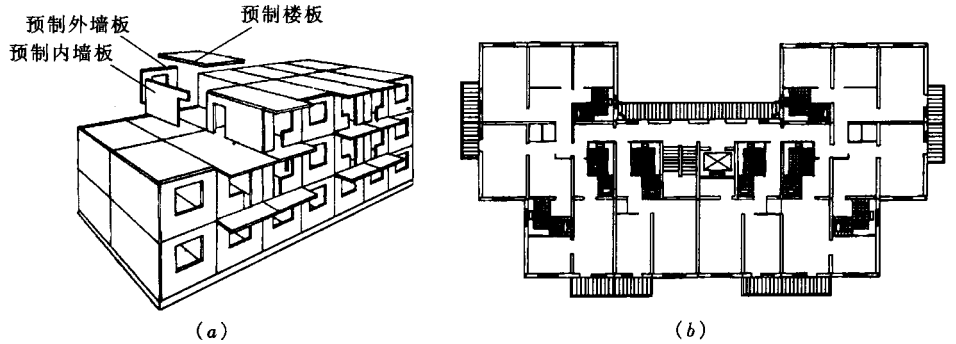


图 3-1-2-1　预制装配式钢筋混凝土墙承重体系住宅示意
(a) 大型板材装配示意图；(b) 北京大板住宅

多，使用不够灵活，但能够适应一般的学校、宿舍、旅馆、住宅、办公等建筑的要求（图 3-1-2-1）。如果加工、运输、施工条件都允许的话，像这类体系还可以在工厂将墙体和楼板预先加工成盒子，再到现场组装（图3-1-2-2）。

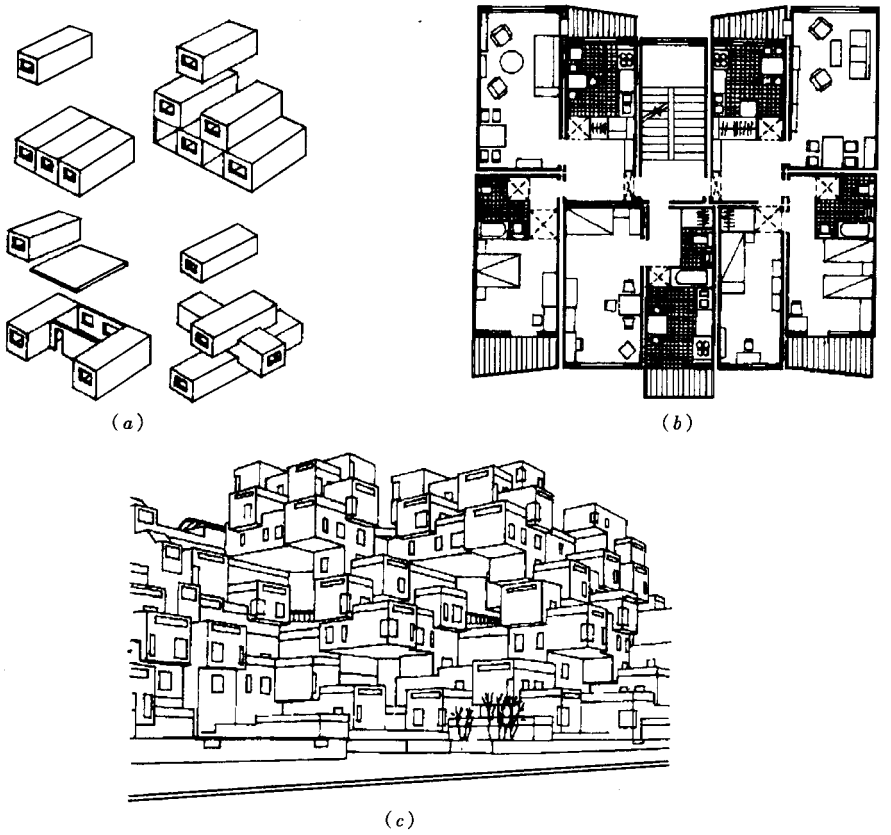


图 3-1-2-2　预制装配式盒子住宅示意

（a）盒子建筑装配示意图；（b）俄罗斯盒子装配式住宅；

（c）加拿大盒子装配式住宅外形

1.2.2　现浇钢筋混凝土墙承重体系的特点及其所适用的建筑类型

现浇的钢筋混凝土墙承重体系建筑主体结构在现场整体浇注，墙体布置与预制装配的相比之下较为灵活，横墙承重、纵墙承重、纵横墙混合承重等方案均可选择。由于钢筋混凝土在抗剪、抗弯方面的优越性，这类承重体系往往大量应用于高层建筑，特别是高层的办公楼、旅馆、病房、住宅等建筑中，平面往往呈条形布置。不过出于高层建筑物必须对抗水平侧力方面的考虑，纵墙承重的方案应在适当位置布置横向剪力墙。

如果方案采用横墙承重，则其部分内纵墙也可以不做现浇钢筋混凝土，而是

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

可以采用砌体填充墙或者是安装其他的轻质隔墙，这样可以减少结构自重并尽量增加局部空间分隔的灵活性；至于其外墙则可以采用挂板、幕墙等装配式的次体系来完成，立面效果也可以不像纵向有承重墙那样受到制约（图3-1-2-3）。

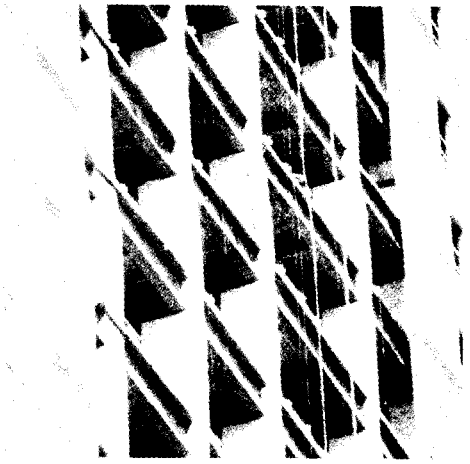


图3-1-2-3　某现浇钢筋混凝土剪力墙体系办公楼安装幕墙

如果是采用纵横墙混合承重的方案，则承重墙布置相对灵活，有利于建筑空间的组合。特别在住宅等建筑类型中，可以体现出与上述混合结构住宅同样的组织交通以及布置采光、通风方面的灵活性（图3-1-2-4）。

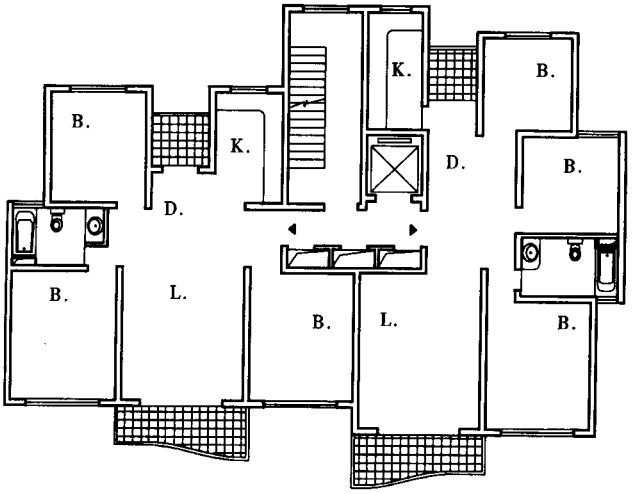


图3-1-2-4　某剪力墙体系高层住宅平面

此外，有一种称之为短肢剪力墙的体系较之长肢的剪力墙体系更能够增加建

筑空间在使用过程中变动的可能性。图 3-1-2-5 所示的住宅平面利用现浇钢筋混凝土墙体的便利，使得部分承重的短肢墙在纵横两个方向组合成有如异形柱的形式，其间提供了取消某段墙体的可能性（见图中墙体不涂黑的部分）。因此，图中左右两户住宅结构布置虽然完全对称，但户内空间划分区别较大。像这样可以由使用者参与户型设计或是在使用过程中可以有较大的变更自由的结构形式，在实践中很受欢迎。

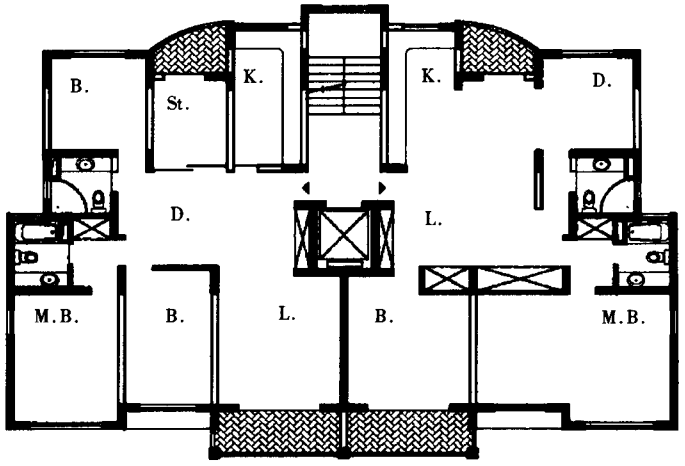


图 3-1-2-5　某短肢剪力墙体系高层住宅平面

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第2章　骨架结构体系所适用的建筑类型

骨架承重结构体系与墙承重结构体系对于建筑空间布置的不同在构思上主要在于用两根柱子和一根横梁来取代一片承重墙。这样原来在墙承重结构体系中被承重墙体占据的空间就尽可能地给释放了出来，使得建筑结构构件所占据的空间大大减少，而且在骨架结构承重系统中，内、外墙均不承重，可以灵活布置和移动，因此较适用于那些需要灵活分隔空间的建筑物，或是内部空旷的建筑物，而且建筑立面处理也较为灵活。

2.1　框架体系的特点及其所适用的建筑类型

框架结构体系是骨架承重体系中最常用的一种。其主要结构承重构件为板、梁和柱，也分为横向框架承重、纵向框架承重以及纵横向框架混合承重几种。无论采用哪种承重形式，即便出于结构稳定性方面的需要，结构体本身也总是双向均需由梁搭接，这样就决定了柱网的对位关系。如果建筑平面在小距离内有过多的转折，在转折处需要频繁增加新的梁或柱，即采用梁挑梁的方式或者是在一榀框架中再增加新的柱子以与其他框架形成新的对位关系，那么这些新增的构件无疑会对建筑平面的灵活布置起到一定的影响，也增加了结构布置的麻烦。尤其是像住宅的平面，往往不会太过规整，使用框架结构不一定方便。因此，框架结构对于建筑布局灵活性的意义主要还是体现在那些内部需要较多的大空间，空间平面对位较为规整，空间使用功能经常变更而可能重新分隔，上下楼层之间空间分隔难以一一对应因而很难用墙来承重的公共建筑中，例如商场、办公楼、学校、医院、宾馆、交运站点等等（图 3-2-1-1、图 3-2-1-2）。当然，框架成角度对位或者采用折梁、曲梁等，也会为建筑形态的变化提供方便，或者可以达到既满足建筑设计的需要，又简化结构方案的目的（图 3-2-1-3、图 3-2-1-4）。

除此之外，合理布置框架结构的梁柱还体现在选择合适的柱距以及形成合适的主、次梁的关系。这在结构设计方面有助于控制荷载的分布并达到经济的目的，而在建筑设计方面，则更注重符合使用功能的建筑参数以及变更的可能。例如办公楼经常采用 7.2m 的开间，以便需要时可以分隔成两间宽度较为合适的小办公室。有时，有些有地下停车场的大型的公共建筑，柱网除了应当考虑其上部空间的使用方便及分隔可能性外，还应兼顾地下车库车辆出入、转弯的可能性及

停放的经济性。在实在难以协调的情况下，不得已也可以通过结构转换层来解决，但会造成较大的麻烦及经济上的支出。再有结构梁的高度往往是控制建筑层

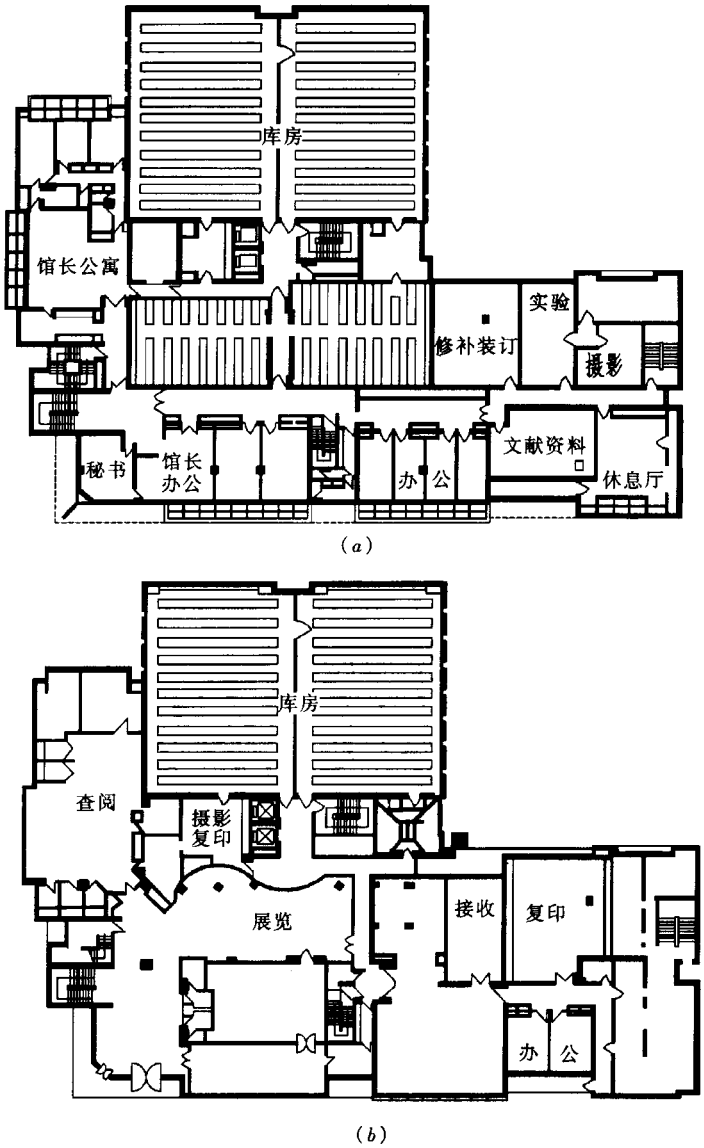


图 3-2-1-1　某框架结构档案馆平面图

（a）二层平面；（b）一层平面

高的制约因素，对其下部的空间在视觉方面也有较大的影响。例如在图 3-2-1-5 所提供的实例中，暴露的结构梁对空间形态的影响以及对使用净高，特别是楼梯上部的净高制约，都是在设计中必须认真考虑的。有的时候许多公共建筑在梁底

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

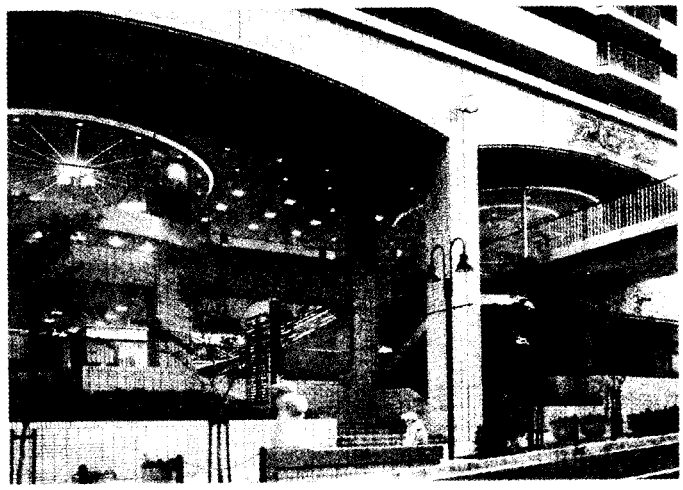


图 3-2-1-2　某框架结构商住楼立面及空间灵活处理

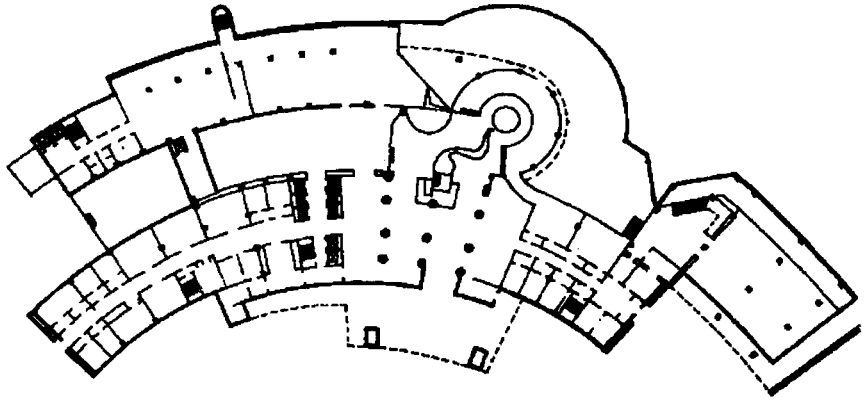


图 3-2-1-3　某饭店建筑框架呈扇形排列

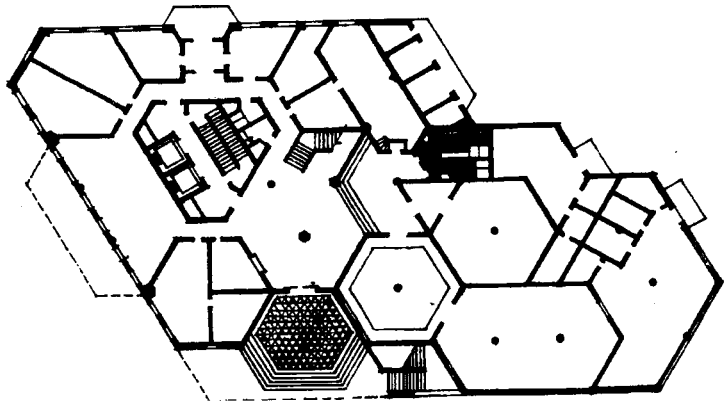


图 3-2-1-4　某银行建筑框架成角度交叉排列

下还需设置许多设备，如水、电、空调管道等等，为此常常需要吊顶。例如在图 3-2-1-6 和图 3-2-1-7 所提供的实例中，大量设备管道或者必须穿越梁底的隔墙进入其他空间，或者需要占据结构梁、板之下的许多空间，在此情况下，合理控制结构高度将显得更为重要。



图 3-2-1-5　某大型体育馆室内



图 3-2-1-6　某教学楼中走道顶部管道穿越梁底进入教室

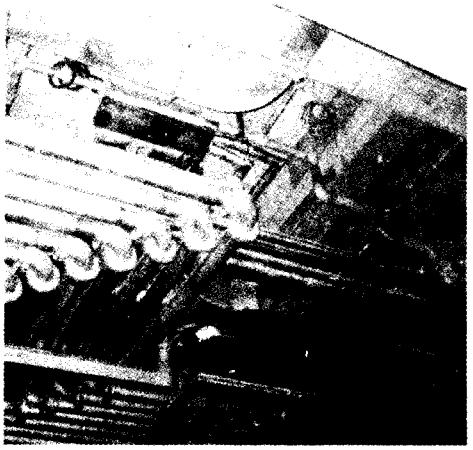


图 3-2-1-7　某办公楼底层商场梁下管道

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

2.2　框剪、框筒等体系的特点及其所适用的建筑类型

全框架的结构体系在建筑物的空间刚度方面较为薄弱，用于高层建筑时往往需要增加抗侧向力的构件。如果是平面呈条形的建筑物，一般可以通过适当布置剪力墙来解决，通常称之为框剪体系(图 3-2-2-1)。如果是平面为点状的建筑物，

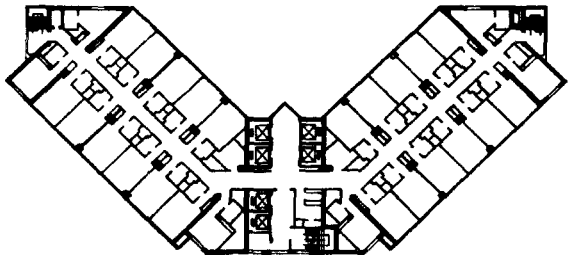


图 3-2-2-1　某框剪体系高层旅馆平面

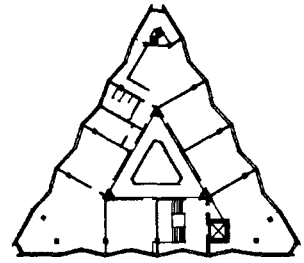


图 3-2-2-2　某框筒体系高层办公楼平面

则可以通过周边加密柱距使其成为框筒，或将垂直交通枢纽如楼、电梯等组合布置为刚性的核芯筒，在其四周用梁、柱形成外围结构，以在得到大面积的灵活使用空间的基础上取得更加良好的通风和采光条件（图 3-2-2-2)。

对于采用框剪体系的建筑物，剪力墙的布置除了满足结构方面的需要外，最好还能够与建筑空间的布置相协调，尽量发挥框架原有的灵活性。

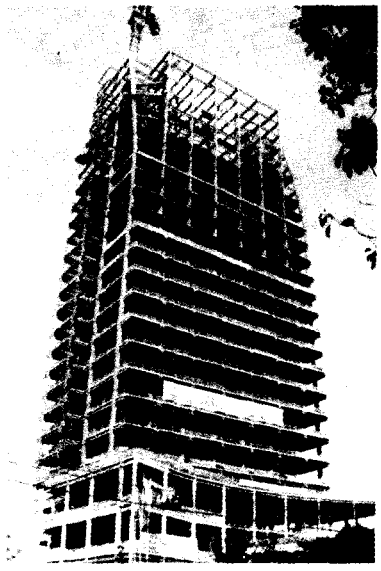


图 3-2-2-3　某船厂技术中心楼外框在垂直方向有变化

对于采用框筒等体系的建筑物，筒体在垂直方向的适当变形，可以造成丰富的建筑体型。例如某船厂技术中心大楼外框对称性的弧形走向，造就了建筑外形的独特个性(图 3-2-2-3)。此外，在筒体的平面形状上做文章（图 3-2-2-4)，或者利用若干筒体的组

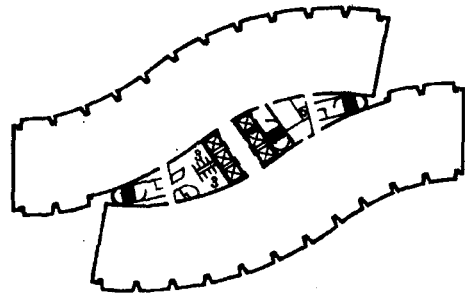


图 3-2-2-4　某框筒结构办公楼核心筒跟随建筑外形作变化

合以及它们在高度方向上的不同设置（图 3-2-2-5），都会得到不同一般的效果。

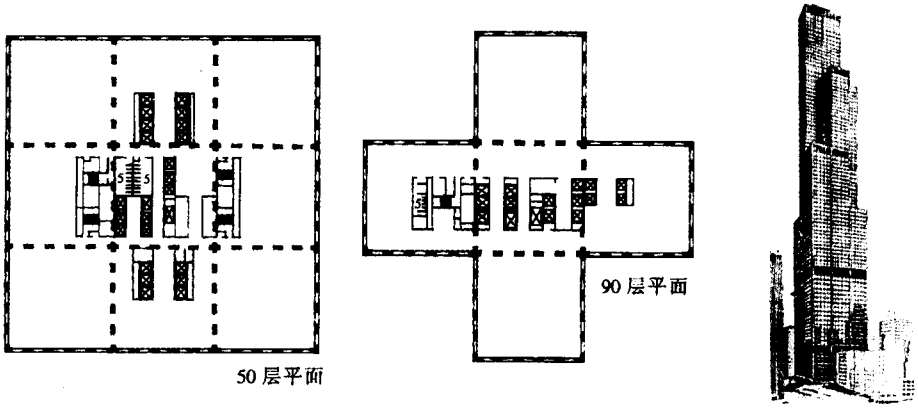


图 3-2-2-5　美国芝加哥西尔斯大厦的束筒框架结构布置及体型变化

2.3　板柱体系的特点及其所适用的建筑类型

板柱体系的特点是直接用柱子来支承楼板。因为取消了结构梁，所以板底平整，减少了建筑对吊顶的需要，也减小了平面结构构件所占据的空间，可以降低层高，而且其内部空间分隔不会受到梁的影响，故而具有相对较大的自由度。但因为这类结构以接近正方形的双向板为最合理，而且板面活载（均布荷载）在一定的范围内才较经济，所以适用于那些使用荷载合适的商场、图书馆、仓储、多层轻型厂房等类型的建筑物。此外，由于板柱体系结构柱的柱距大约在 5 ~ 7m 左右时较为适中，因此也可用于住宅、办公等建筑类型。

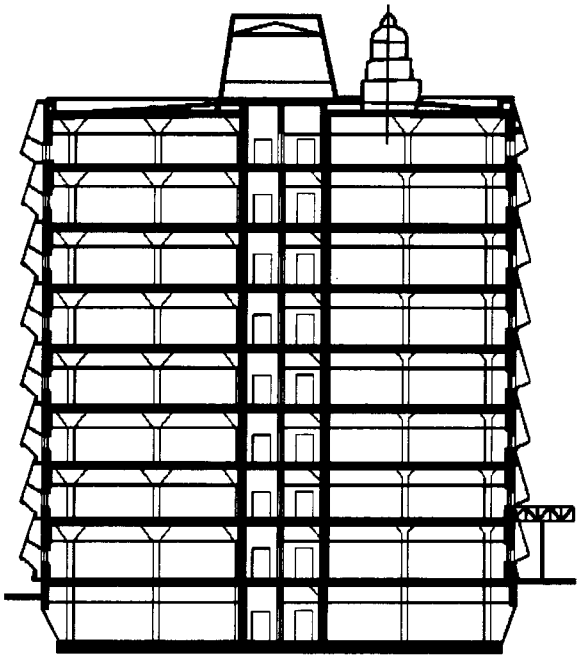


图 3-2-3-1　某现浇板柱体系档案馆剖面

板柱结构体系可以有柱帽，也可无柱帽。由于构件受力的特点，纵横两面边跨楼板出挑较为合理，这时建筑立面布置可以较少受到结构柱的限制。图 3-2-3-1 为某

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

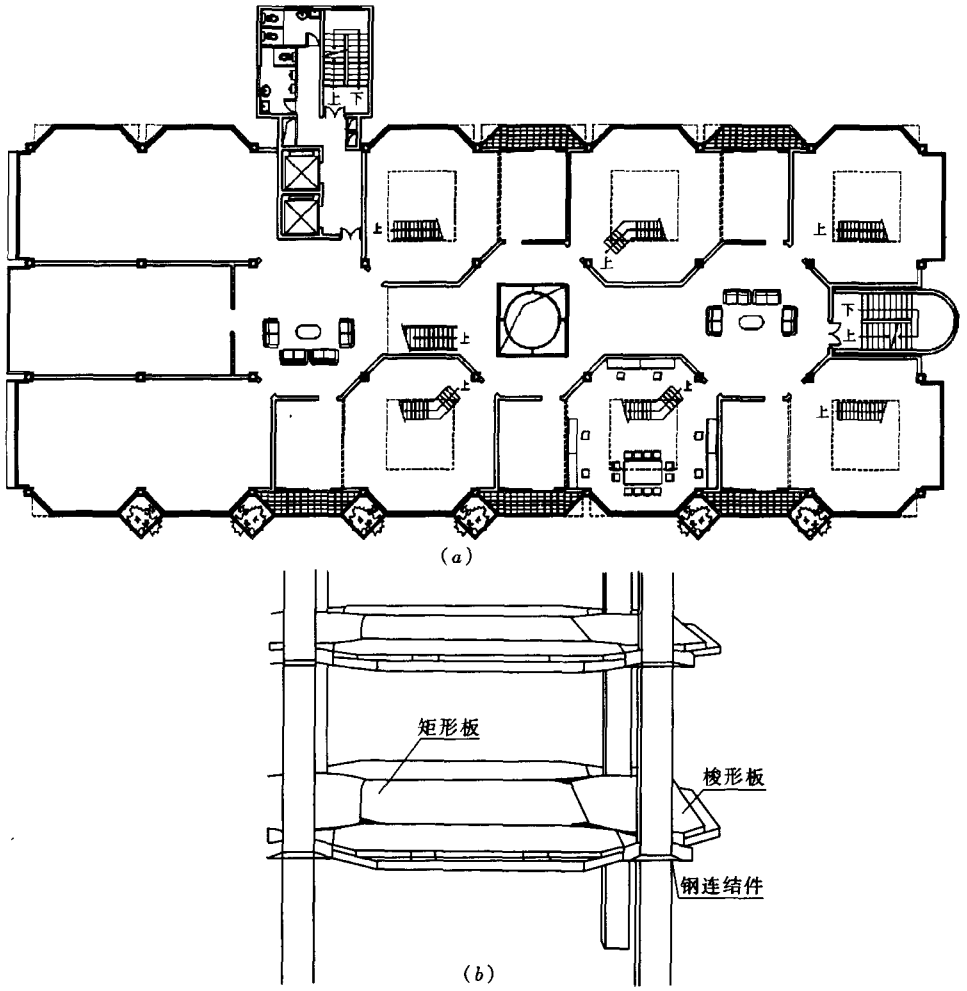


图 3-2-3-2　某装配式板柱体系办公楼平面及施工工艺示意

（a）某装配式板柱体系办公楼建筑方案；（b）某装配式板柱体系办公楼施工方案

有柱帽板柱结构体系档案馆的剖面图，采用现浇工艺施工。图 3-2-3-2 为某办公楼的平面图，利用装配式的施工工艺，可以部分取消中间的平板，达到室内空间局部跃层的效果，而且立面也能够做到丰富多变。

2.4　单层刚架、拱及排架体系的特点及其所适用的建筑类型

2.4.1　单　层　刚　架

单层骨架结构梁柱之间为刚性连接的是刚架，但在梁跨中间可以断开成为铰



图 3-2-4-1　某大学室内体育馆的木构刚架及天窗

接，这样就比较容易根据建筑需要布置通长的高出屋面的采光天窗或采光屋脊（图 3-2-4-1）。另外，刚架在结构上属于平面受力体系，可以将一个建筑物的各榀刚架呈平行或放射状排列，也可以按照一定的规律依次改变同一建筑物的各榀刚架的尺寸，这样生成的建筑造型比较活泼（图 3-2-4-2）。不过刚架结构在平面外的刚度较小，通常适用于跨度不是太大（例如钢筋混凝土刚架在 18m 左右），檐口高度也不是太高（例如钢筋混凝土刚架在 10m 左右）的内部空旷的单层建筑。这类建筑有小型室内体育场馆、展示场所、车船客运站、库房等等（图 3-2-4-1，图 3-2-4-3）。如果在这些建筑内部需要设置起吊设备，则最好采用吨位较小的轻型吊车，以免其制动时对结构造成影响。

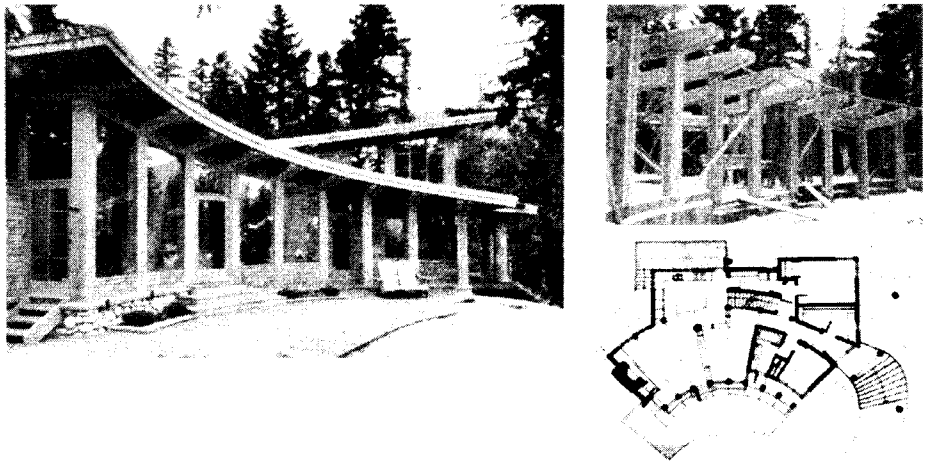


图 3-2-4-2　某住宅刚架呈扇形布置

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

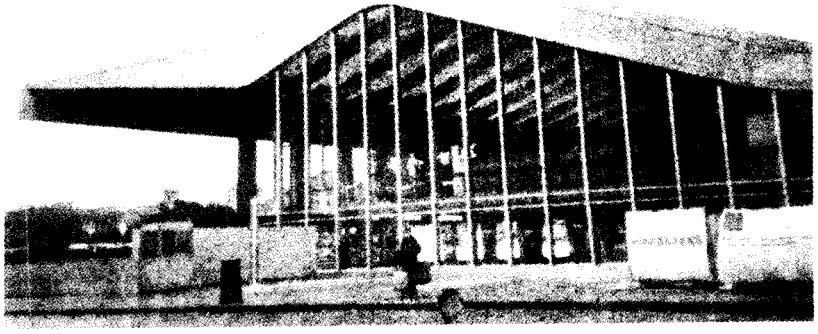


图 3-2-4-3　某刚架结构车站

2.4.2　拱

刚架结构的梁和柱的作用与成折角的连续梁相仿，如果这样的梁和柱在平面内按照某一曲率成为连续的弯曲构件时，就形成了拱。拱与刚架相似，也可以做成三铰拱、两铰拱和无铰拱。但是拱的受力情况以轴力为主，比刚架更加合理，更能充分发挥材料的性能。因此人类在建筑活动的早期就学会了用拱券来实现对跨度的要求。图 3-2-4-4 是古罗马人常用的拱券形式。直到现在，拱仍是经常出现在建筑物造型中的元素，只是随着建筑材料及结构力学的发展，现代的拱用钢筋混凝土、钢（包括实腹及格构系列）等材料，往往可以做到更大的跨度，甚至可以作为某些大型空间结构屋盖，例如大型体育场馆屋面系统的支撑构件或者周边构件，在整体上造成强有力的视觉中心，实现结构与建筑的完美结合。图3-2-4-5

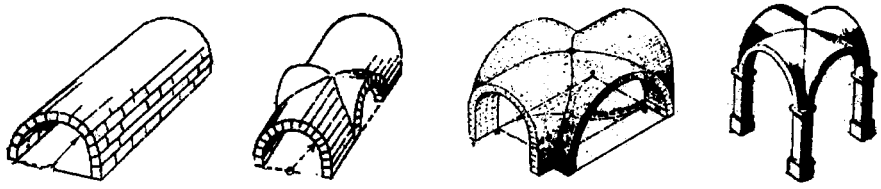


图 3-2-4-4　早期罗马人在建筑中使用的拱券

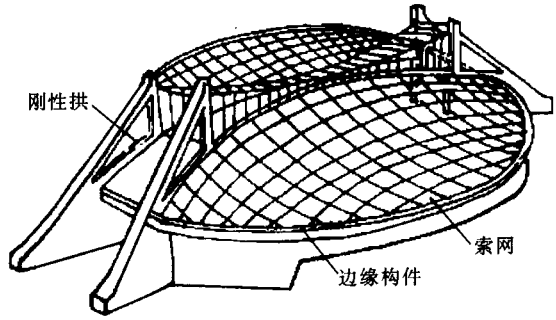


图 3-2-4-5　两片刚性拱支撑屋面索网及其边缘构件

是用两个平行拱作为支承构件来支撑悬索屋面的实例；而图 3-2-4-6 中的两个交叉拱则主要是用作屋面索网的边缘构件的。此外，通过同一建筑物中结构拱排列位置的变化，也可以适应不同的建筑平面，并造就丰富的建筑体型（图3-2-4-7、图 3-2-4-8、图 3-2-4-9）。至于采用拱这种结构方案所产生的水平推力，可以结合建筑方案妥善处理。例如可以将拱脚落地，便于把其水平拉索埋入地下，或用锚固件来支承水平推力，这样可以不影响到地面上空间的使用，或者用其两侧刚度

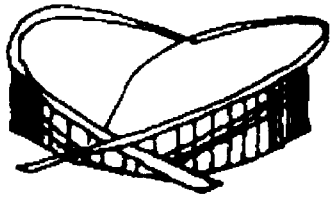


图 3-2-4-6　两片交叉拱作为索网边缘构件

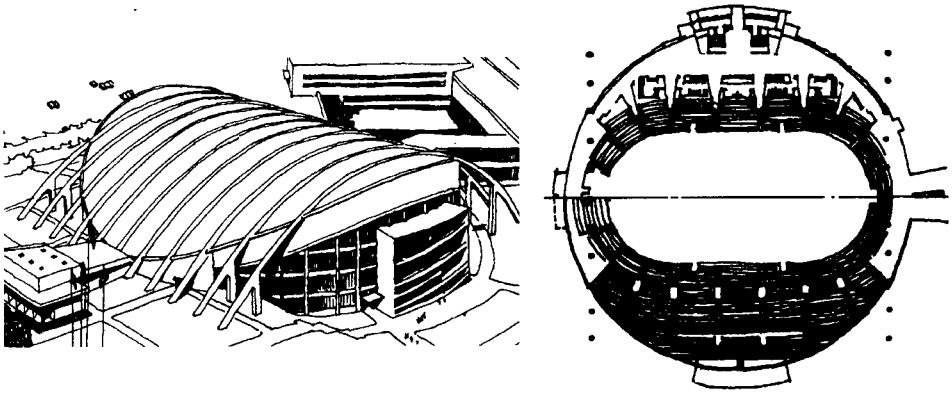


图 3-2-4-7　美国蒙哥马里体育馆用平行拱支承屋面覆盖圆形平面

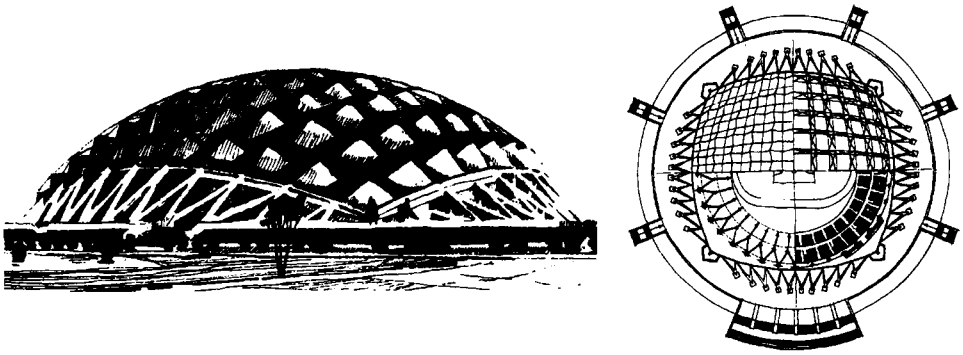


图 3-2-4-8　墨西哥马达莱纳体育中心体育宫用四道相交的拱支承屋面，覆盖接近正方形的平面

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

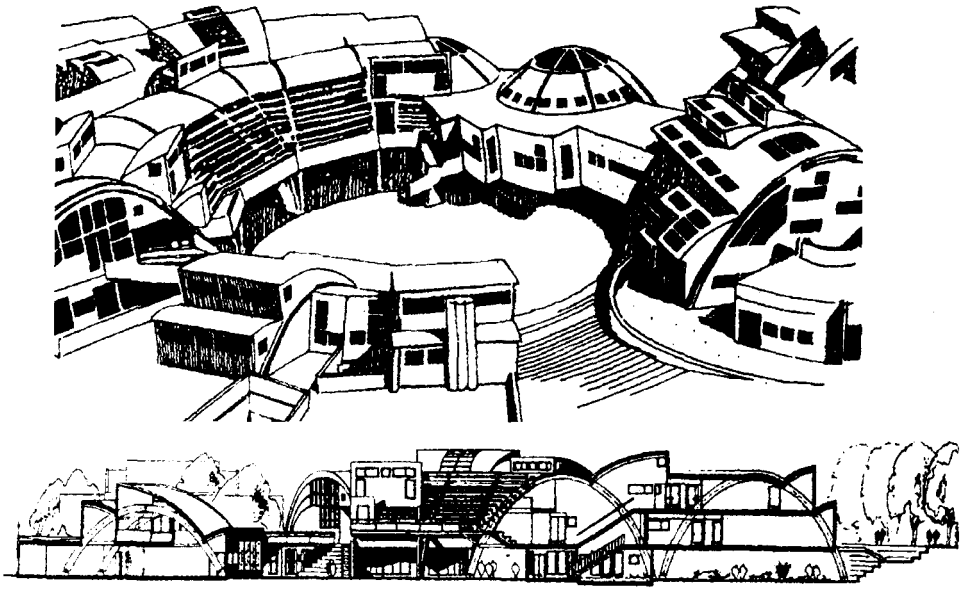


图 3-2-4-9　法国某大学建筑由不断转变排列角度的落地拱生成



图 3-2-4-10　某建筑物中庭部分屋面拱的支承情况

较大的构件或部件来支承这种推力，像这样的做法常用在建筑物的中庭顶盖等部位（图 3-2-4-10）。

2.4.3　排　　架

排架与刚架的主要区别在于其梁或其他支承屋面的水平构件，如屋架等，与

柱子之间采用的是铰接的方式。这样一榀榀排架之间在垂直和水平方向都需要选择合适的地方来添加支撑构件，以增加其水平刚度，而且在建筑物两端的山墙部位，还应该添加抗风柱，这使得排架建筑物的轴线定位与一般建筑物都不同。但排架能够承受大型的起重设备运行时所产生的动荷载，因此排架结构常用于重型的单层厂房。鉴于本书第 5 篇第 3 章将对大跨的单层厂房的结构及建筑特征作详细描述，在此不再赘述。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第 3 章　空间结构体系所适用的建筑类型

空间结构各向受力，可以较为充分地发挥材料的性能，因而结构自重小，是覆盖大型空间的理想结构形式。

3.1　常用的空间结构体系

常用的空间结构体系有薄壳、网架、悬索、膜等等，以及它们的混合形式。

3.1.1　薄　　壳

薄壳属于空间薄壁结构，又可分为曲面壳和折板两种。对建筑而言，结构本身就形成了“面”，而且可以切削。图 3-3-1-1 所示的罗马小体育宫，用 Y 形的斜

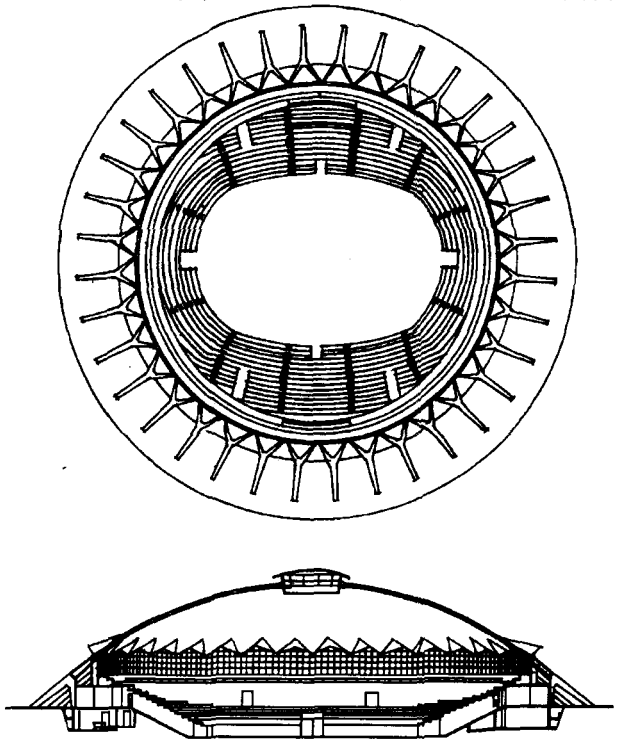


图 3-3-1-1　罗马小体育宫圆形网状扁球壳屋顶

柱支撑钢筋混凝土网状扁球壳结构，立面富有韵律感，接近 60m 的顶盖显得较为轻盈。图 3-3-1-2 和图 3-3-1-3 所示的两个餐厅，则分别用相同的薄壳直接落地组合而成，结构干净利落，且富有动感。在图 3-3-1-4 ~ 图 3-3-1-6 所示的建筑物中，折板可以用作顶盖，也可以用来作为垂直支承构件。

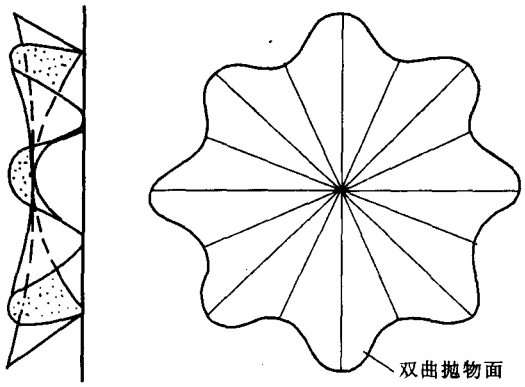


图 3-3-1-2　用八个双曲抛物面薄壳
拼成了洛斯马纳提拉斯餐厅

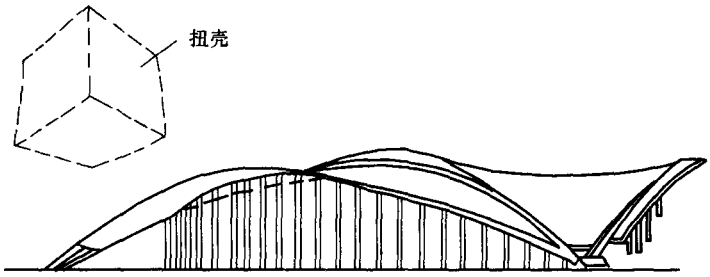


图 3-3-1-3　用三个相同的扭壳构成某疗养所的餐厅

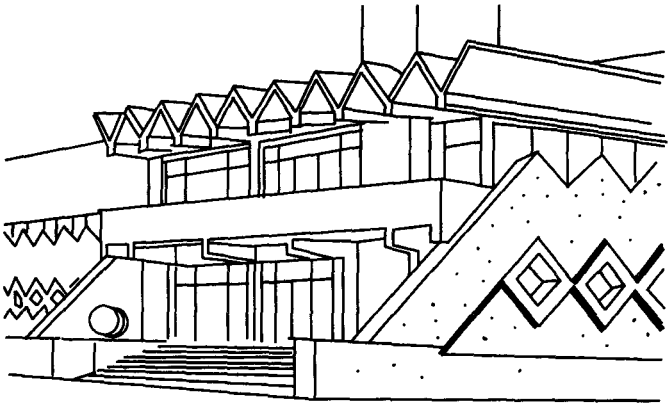


图 3-3-1-4　折板水平铺设用作建筑物的屋面

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

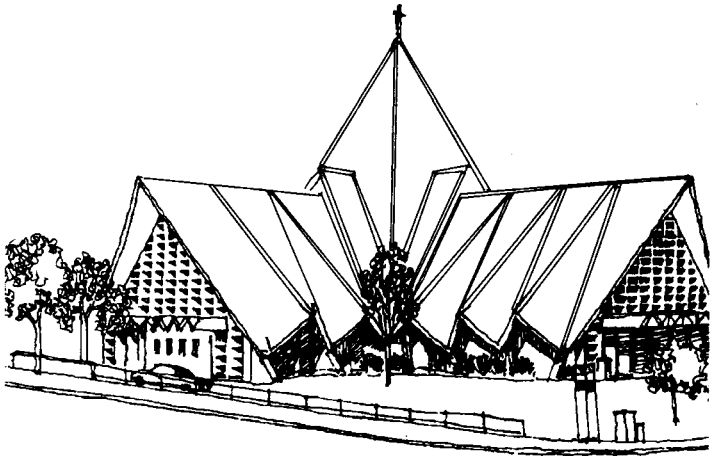


图 3-3-1-5　折板成角度铺设用作建筑物的屋面

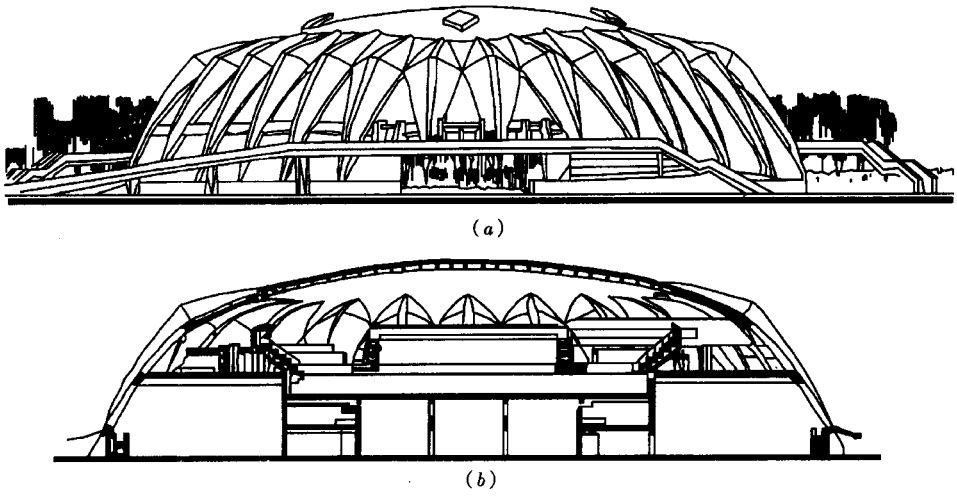


图 3-3-1-6　折板作为支承某体育馆屋顶的垂直构件
(a) 立面；(b) 剖面

3.1.2　网　　架

网架由许多杆件按照受力的合理性有规律地排列组合而成，可以分为平板网架和网壳两种。网架空间整体性好。平板网架杆件正交、斜交后可以形成不同的平面形状，使用相当灵活，在需要时结构杆件可以暴露，例如图 3-3-1-7 所示的斜向搁置的平板网架，上弦覆盖玻璃，在日照下，杆影流动，取得了良好的感官效果。网壳相当于格构化的薄壳，但由钢杆件组成的网壳一般比混凝土薄壳的自

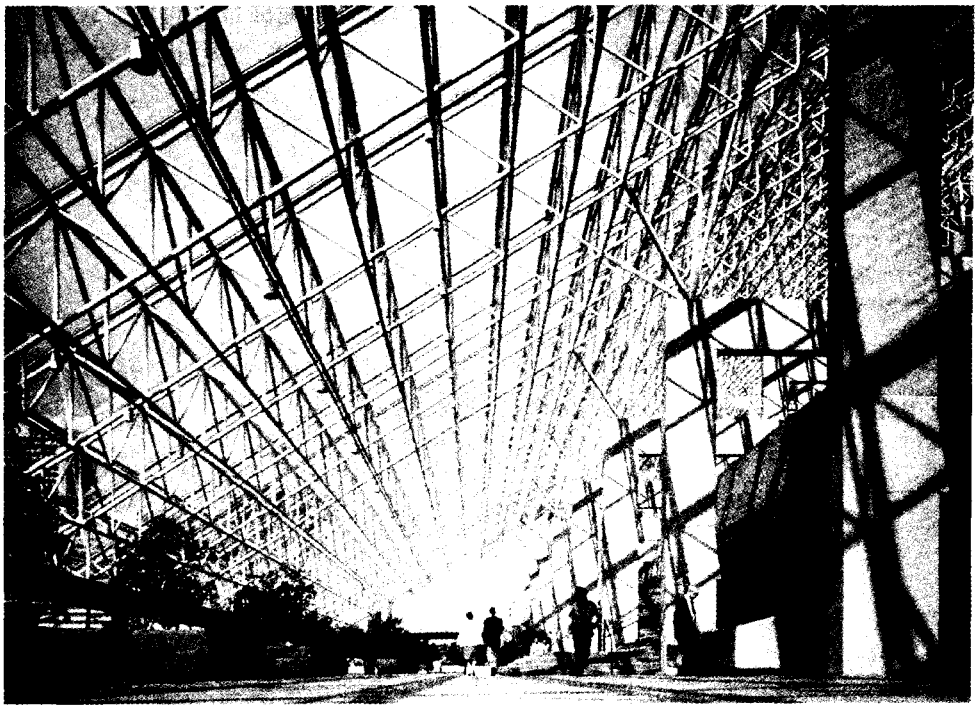


图 3-3-1-7　用大片网架覆盖的走道形成半室外空间的感觉

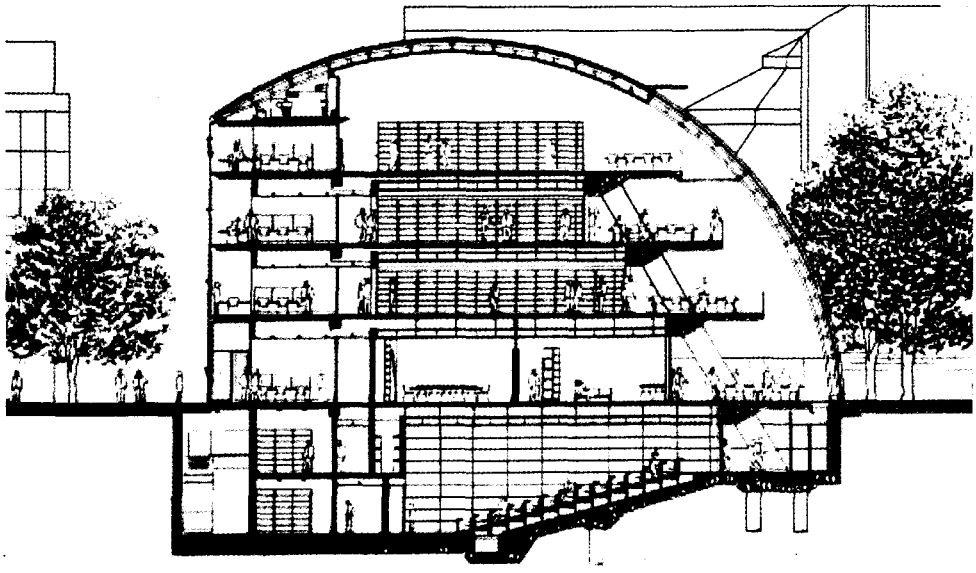


图 3-3-1-8　网壳与主体结构脱开，自成体系地作为围护结构而存在

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

重要小得多，除了用作大空间的顶盖外，还可以整体化地围合空间（图3-3-1-8）。图3-3-1-9所示的是处于上海市科技展馆中心球形网壳中的视觉印象，由于球体对光的反射作用，杆件在玻璃上的投影非常美丽。

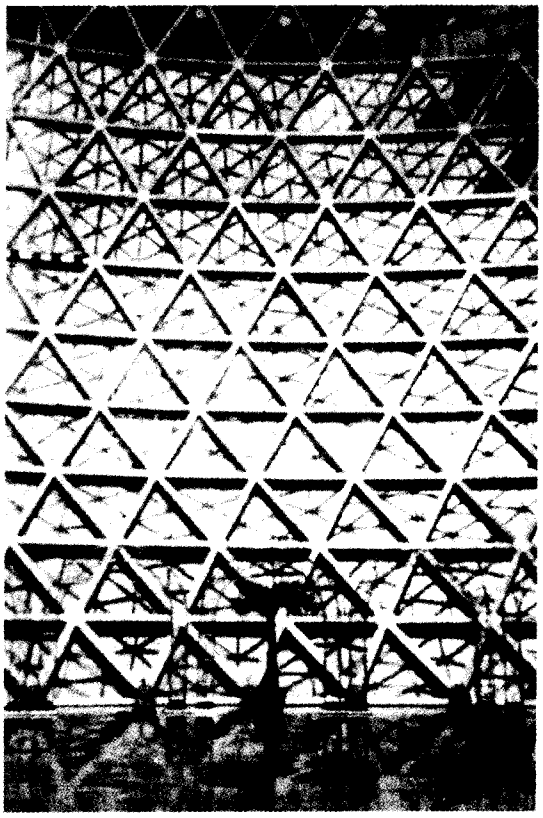
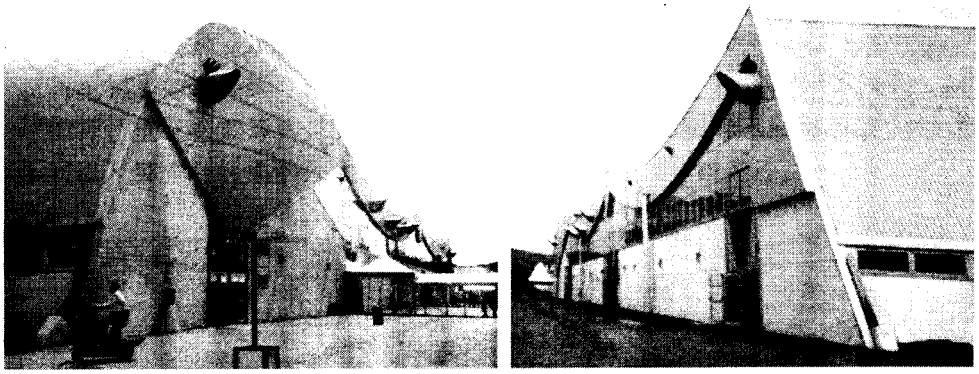


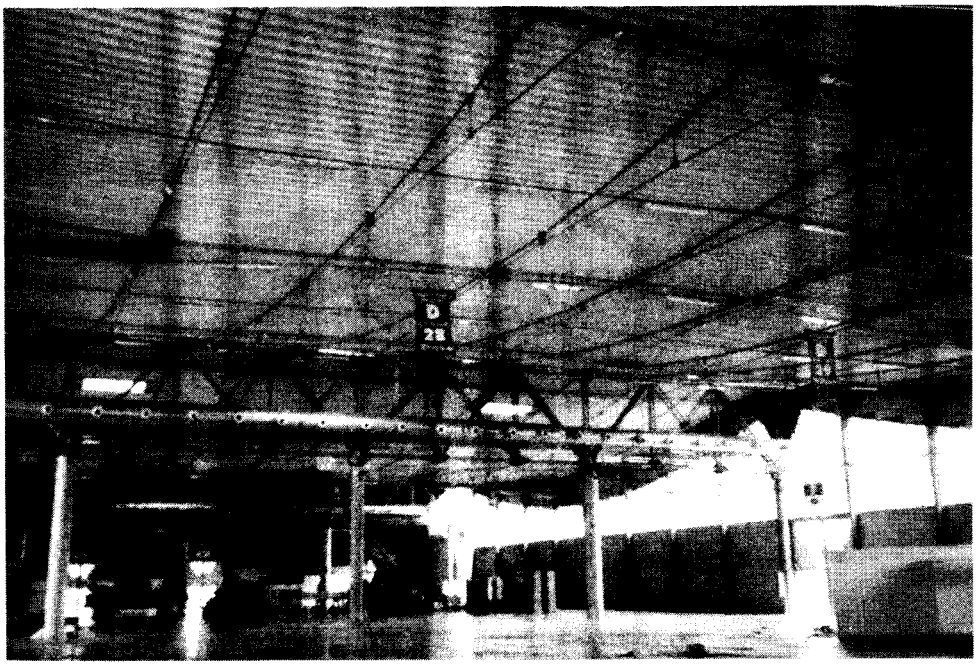
图3-3-1-9　上海科技展馆中心球形网壳内部空间

3.1.3 悬　　索

悬索结构利用钢材良好的受拉性能，用高强钢丝做拉索，加上高强的边缘构件以及下部的支承构件，使得结构自重极大地减小，而跨度大大地增加，除了稳定性相对较差外，是比较理想的大跨屋盖结构形式。对于建筑而言，由于拉索显示出柔韧的状态，使得结构形式轻巧且具有动感。图3-3-1-10所示的某单曲面双层拉索结构体系的产品展示馆，结构的形态就是建筑的造型，连建筑物两端墙面的倾斜角度也是由拉索锚固端的角度决定的。图3-3-1-11所示的美国耶鲁大学冰球馆采用一个落地的刚性拱以及边缘构件来张拉交叉的索网，整个建筑造型也就



(a)　　(b)



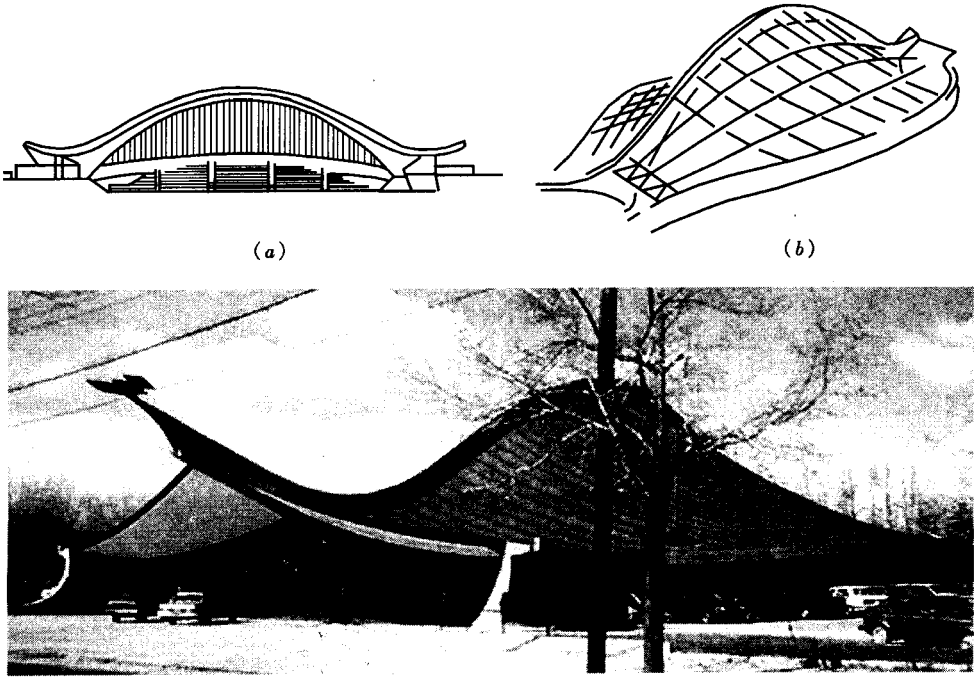
(c)

图 3-3-1-10　某悬索结构产品展示馆

(a) 某悬索结构产品展示馆透视 (1)；(b) 某悬索结构产品展示馆透视 (2)；(c) 某悬索结构产品展示馆室内

反映了结构构成的形态。像这样的例子不胜枚举，上文所述的许多空间结构体系类别的实例中，由于充分注意了结构的特征以及结构的美学，都在建筑与结构的良好结合方面有着异曲同工之妙。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



（a）　　（b）

（c）

图 3-3-1-11　耶鲁大学冰球馆

（a）纵向立面；（b）索网结构示意；（c）冰球馆外观

3.1.4　膜

在上文关于网架的一节中曾经提到可以把网架结构看成格构化的薄壳，同

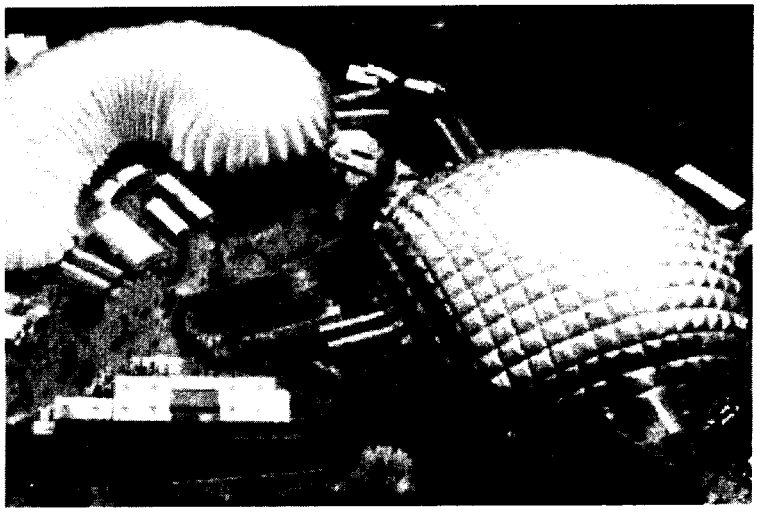
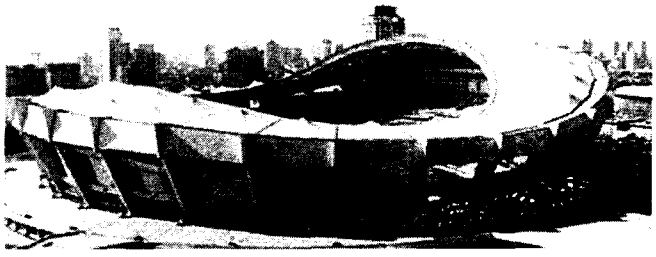
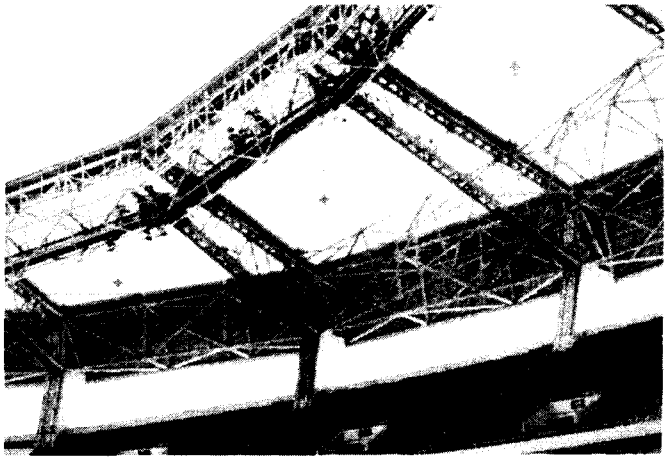


图 3-3-1-12　用充气膜覆盖的大型空间

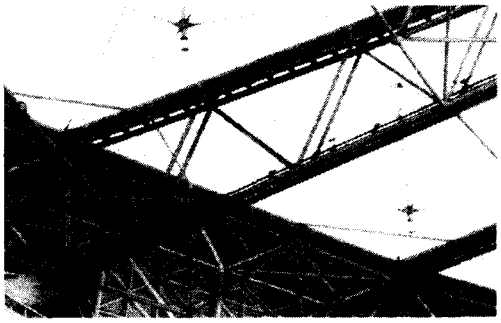
样，我们也可以反过来想像把索网结构的索细化加密，直到交织成一张薄膜。膜在本质上也是受拉构件，它像薄壳一样，兼有承重和围护的双重功能。其材料必须是高强纤维的交织物，例如聚酯类的织物，或者是以聚四氟乙烯为涂层的无机材料织物，如钢纤维、碳纤维等等。其张拉力来源于充气（图 3-3-1-12），或者用桅杆、拱、拉索等构件来将膜绷紧（图 3-3-1-13）。由于这些构件灵活的布置形式以及膜本身轻柔的外表，在城市室外空间小品中常被应用。



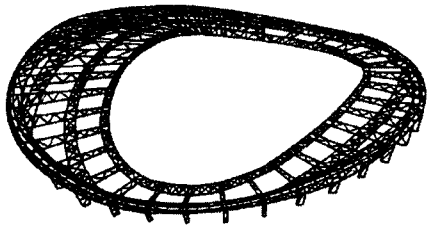
(a)



(b)



(c)



(d)

图 3-3-1-13　上海体育场

(a) 上海体育场鸟瞰；(b) 变截面柱及悬臂桁架；
(c) 张拉膜结构顶盖；(d) 结构形式总体示意

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

3.2　空间结构体系所适用的建筑类型

各种空间结构类型比起其他平面类型的结构形式来，除了在发挥材料性能、减少结构自重、增加覆盖面积方面的优势外，其形状的富于变化以及支座形式的灵活选用及灵活布置，对建筑空间以及建筑形态的构成无疑都有着积极的意义。因此，空间结构体系不但适用于各种民用和工业建筑的单体，而且可以应用于建筑物的局部，特别是建筑物体型变化的关节点、各部分交接的连接处以及局部需

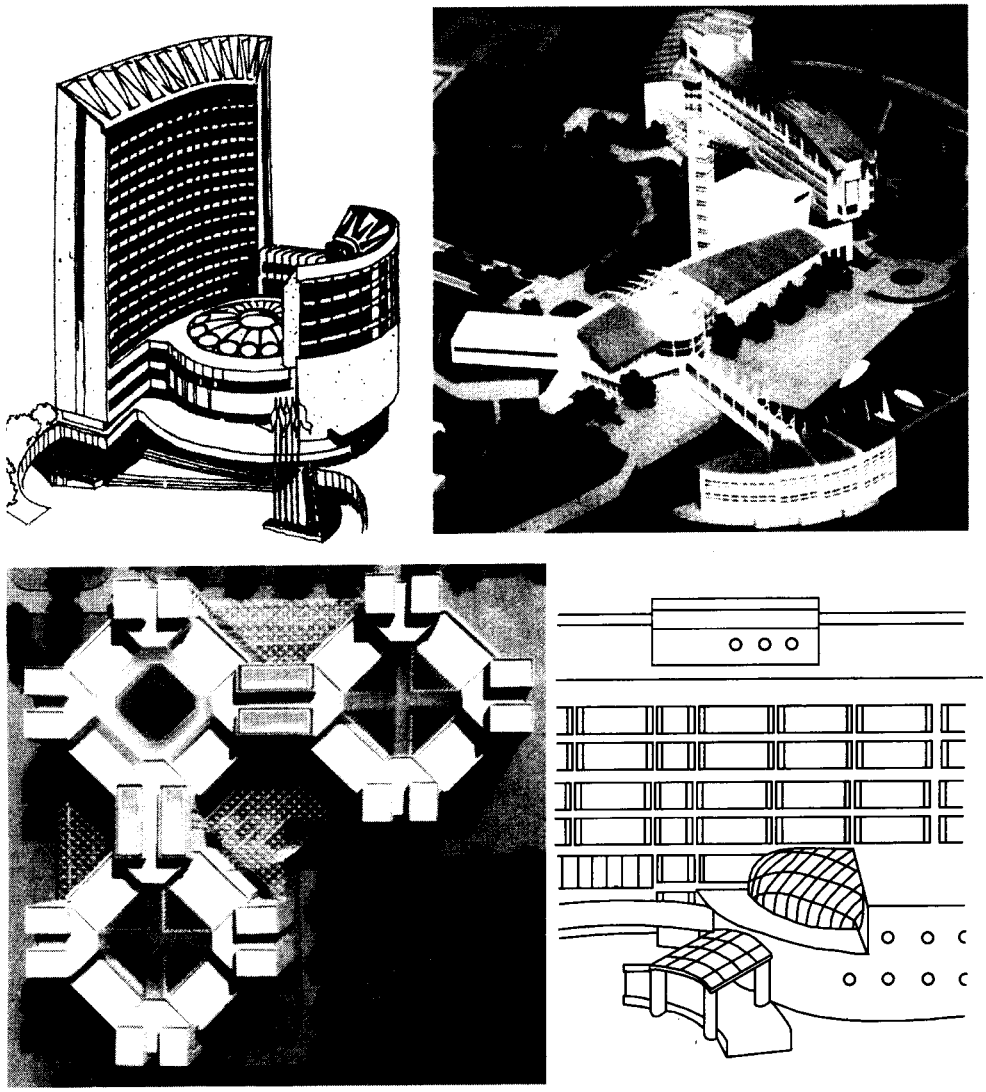
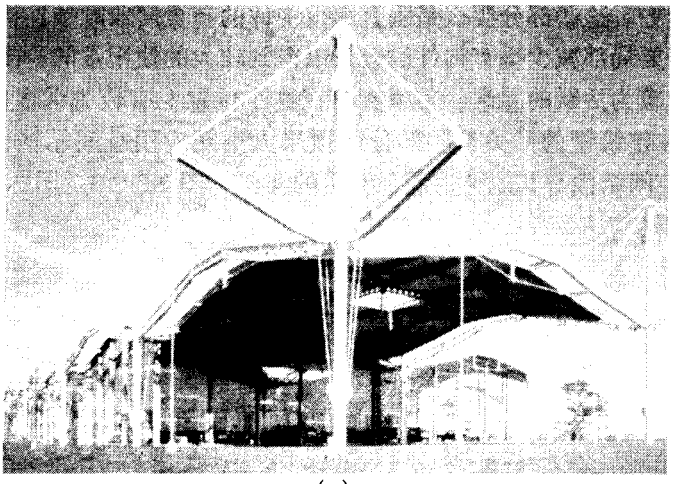
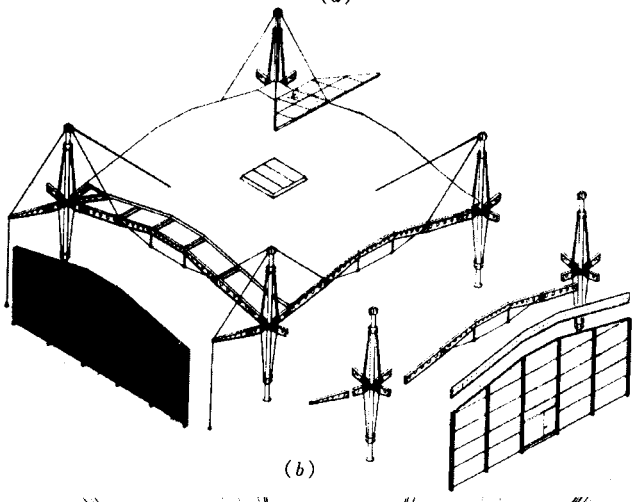


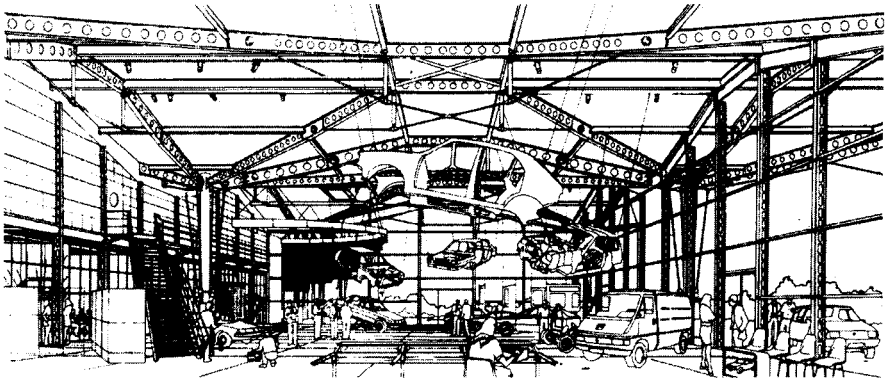
图 3-3-2-1　空间结构体系在建筑物“关节”点及顶层大空间上的应用



(a)



(b)



(c)

图 3-3-2-2　雷诺汽车公司在英国的中心
(a) 雷诺汽车公司在英国的中心建筑外观；(b) 结构单元拼装示意；(c) 悬索与屋面钢梁的组合

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

要大空间的地方。这些部分要么是垂直承重构件的布置需兼顾被连接部分的结构特征，或者需要局部减少垂直构件的数量以得到较大的使用空间；要么是在建筑方面需要形成较为活跃的元素，希望能够在这个位置上有较为活泼的建筑体型。图 3-3-2-1 是在建筑物的“关节”部分或顶层大空间应用空间结构体系的例子；图 3-3-2-2 是空间结构与其他结构混合应用的实例；图 3-3-2-3 ~ 图 3-3-2-6 的一组照片反映空间结构体系在各种建筑类型上面的应用。



图 3-3-2-3　张拉膜结构的街头小品

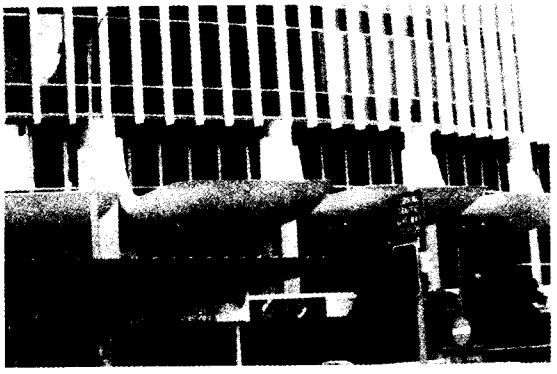


图 3-3-2-4　商店预制壳体的雨篷

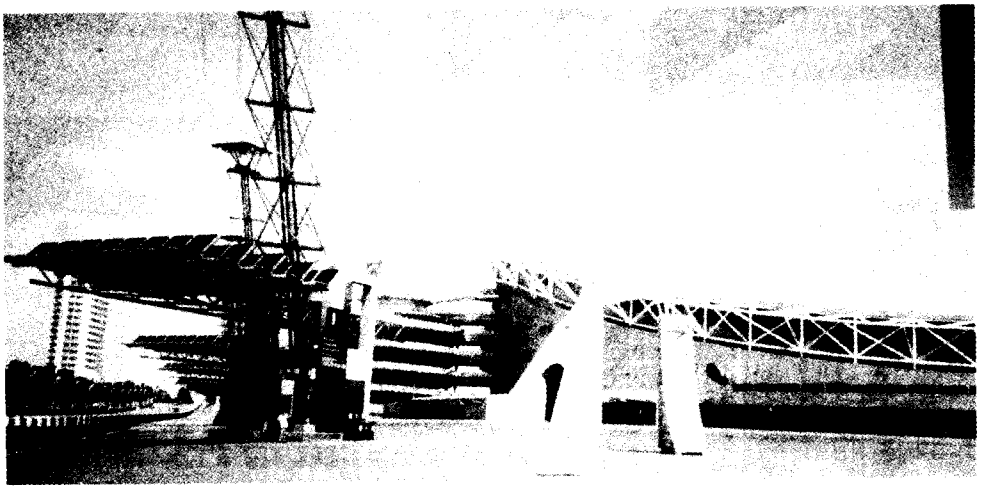


图 3-3-2-5　拱架支承索网的体育馆（右）以及网架支承的太阳能收集装置（左）

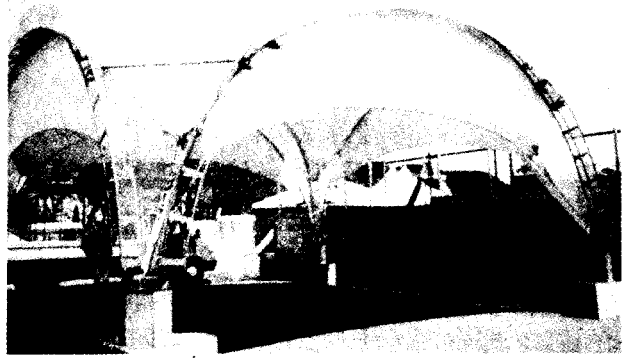


图 3-3-2-6　拱 + 张拉膜的临时展示空间

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第4篇 建 筑 构 造

第1章 建筑构造综述

1.1 建筑构造的研究对象

从本书的第1篇中，我们已经知道了建筑设计的研究对象是建筑空间的构成以及建筑物实体的构成。在本书第3篇中，我们又已经对构成建筑物实体的子系统之一的结构支承系统是如何适用于不同建筑类型的空间构成的需要的，作了大略的介绍和说明。在本章中，我们将就组成建筑物实体的各种构、部件，特别是作为建筑物的围护、分隔系统，它们相互间的基本构成关系和相互连接的方式以及建造实现的可能性和使用周期中的安全性、适用性，作较为详细的讨论。其中的内容涉及到建筑材料、建筑物理、建筑力学、建筑结构、建筑施工以及建筑经济等多个方面，具有实践性强和综合性强的特点。

1.2 研究建筑构造的基本方法

一座建筑物建成后，会经历数十年以上甚至上百年的使用周期。因此，在对建筑物进行设计之初，不但要考虑到建造时的现实性，例如造价和施工的可能性，还应该考虑到其在长期的使用过程中，是否能够适应环境和使用要求变更的需求。如果更进一步，还应该考虑其在使用周期中对周围环境的影响，例如能耗、排放物，等等。所以在对建筑物进行设计时，必须关注到每一个细部的构造，充分考虑到各种因素的长期、综合的影响。归纳起来，可以从以下几个方面进行研究：

1.2.1 关注造成建筑物变形的因素

建筑物在建造和使用的过程中，都不可避免地发生着变形。即便肉眼看不出来，但变形却每刻都在发生，例如基础的沉降、混凝土的徐变、高层建筑在风荷载作用下的侧向位移等等。作为结构专业的人士，可能更为关注变形对结构安全性能的影响，尤其是建造在有可能发生地震的区域的建筑物，对其在震害发生时可能产生的变形及受破坏的程度，绝对不能掉以轻心。但在其他一些方面，变形因素对于建筑物有可能造成的危害，也是不容忽视的。

变形因素对建筑物可能造成的最大影响是使建筑物的某些部位出现裂缝。例如基础的不均匀沉降有可能造成建筑物墙面开裂或者装配式楼板的板缝间出现裂缝；昼夜间的温差引起的热胀冷缩所产生的温度应力有可能使建筑物屋面的防水材料发生破裂；各种相关的建设活动，像进行装修以及周边道路、建筑物的改造和建设等等，都有可能给建筑物的某些部位带来非正常使用条件下的影响。这些细小的破坏虽然不一定会影响到建筑物结构的安全性能，但却会造成建筑物外围护系统的渗漏、装饰效果的改变等不良后果。特别是渗漏，如果建筑物本身不出现裂缝的话，渗漏是不容易发生的。渗漏会使建筑物的使用质量大幅度下降。因此，在进行构造设计时，应当对建筑物进行动态的研究，关注引起建筑物变形的因素，在有可能因变形而出现构造问题的地方针对引发问题的原因采取相应的构造措施。

1.2.2　关注自然环境和人工环境的相互影响

建筑物是室内外空间的界定物，处在自然因素和人工因素的交互作用下。仅以建筑物的外墙为例，为了通风和采光，需要开门开窗。但门窗缝往往是发生渗漏的薄弱环节，而且门窗材料的热工性能往往不如墙体的其他部分，这样就需要在门窗的构造节点上进行许多加强气密性以及水密性方面的处理，还要对门窗框以及玻璃的材料材性进行有效的选择和改良。更值得注意的是，建筑物外墙的两侧在很多时候都会存在较大的温差。例如处于寒冷地区冬季室内采暖的建筑物，室内外温差可以达到几十度，这样墙身就需要进行保温处理。但保持墙体两侧的温差又意味着空气中所携带的水汽有可能因温度下降而在墙体中结露，从而引起保温材料甚至墙身的破坏。这也是外墙构造所要解决的一个重要问题。随着人类对客观环境干预的增加，在建筑物上引发的类似问题也将随之增多，应该引起相关工程技术人员的重视。而且，出于对人类生存环境可持续性发展的越来越清醒的认识，对建筑物长期的能效等方面的研究，也应在建筑物的构造方面有明确的体现。

1.2.3　关注建筑材料和施工工艺的发展

材料性能是建筑构造得以成立的基本依据，包括力学性能、机械性能以及热工性能、光学性能、防水性能、燃烧性能等其他物理特性和稳定性等方面的化学特性。这些性能决定了材料的可加工性、构件相互连接的可能性、构造节点的安全性以及耐久性等等。例如用高聚物制作的人工合成橡胶卷材，具有良好的延展性和弹性，而且耐气候性能也较好，就适用于需要较长使用保证期的一、二类建筑物的屋面防水工程。实际上，随着建材工业的不断发展，已经有越来越多的新型建筑材料不断问世，而且伴以相适应的构造节点做法和合适的施工方法。例如作为脆性材料的玻璃，经过加工工艺的改良以及采用新型高分子材料作为胶合剂做成夹层玻璃，其安全性能和力学、机械等性能都得到大幅度的提高，使得不但可使用的单块块材面积有了较大增长，而且连接工艺也大大简化。像用玻璃来做楼梯栏板的做法，过

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

去一定要先安装金属立杆，再通过这些杆件来固定玻璃。现在则可以先安装玻璃栏板，再用玻璃栏板来固定金属扶手。因此，只有熟悉建筑材料的发展趋势，不断加强对各种建筑材料，尤其是新材料的性能和加工工艺的了解，掌握它们在长期的使用过程中有可能出现的变化，才有可能使相应的设计更趋合理。

1.3　建筑构造设计遵循的基本原则

建筑构造设计应遵循以下几项基本原则：

1. 满足建筑物的使用功能及变化的要求

满足使用者的要求，是建筑物建造的初始目的，而且由于建筑物的使用周期普遍较长，改变原设计使用功能的情况屡有发生。同时，建筑物在长期的使用过程中，还需要经常性的维修。因此，在对建筑物进行构造设计的时候，应当充分考虑这些因素并提供相应的可能性。

2. 充分发挥所用材料的各种性能

充分发挥材料的性能意味着最安全合理的结构方案、最方便易行的施工过程以及最符合经济原则的选择。在具有多种选择可能性的情况下，应该经过充分比较，进行合理选择并优化设计。

3. 注意施工的可能性和现实性

施工现场的条件及操作的可能性是建筑构造设计时必须予以充分重视的。有时有的构造节点仅仅因为设计时没有考虑留有足够的操作空间而在实施时不得不进行临时修改，费工费时，又使得原有设计不能实现。此外，为了提高建设速度，改善劳动条件，保证施工质量，在构造设计时，应尽可能创造构件工厂标准化生产以及现场机械化施工的有利条件。

4. 注意感官效果及对建筑空间构成的影响

构造设计使得建筑物的构造连接合理，同时又赋予构件以及连接节点以相应的形态。这样，在进行构造设计时，就必须兼顾其形状、尺度、质感、色彩等方面给人的感官印象以及对整个建筑物的空间构成所造成的影响。

5. 讲究经济效益和社会效益

工程建设项目是投资较大的项目，保证建设投资的合理运用是每个设计人员义不容辞的责任，在构造设计方面同样如此。其中牵涉到材料价格、加工和现场施工的进度、人员的投入、有关运输和管理等方面的相关内容。此外，选用材料和技术方案等方面的问题还涉及到建筑长期的社会效益，例如安全性能和节能等方面的问题，在设计时应有足够的考虑。

6. 符合相关各项建筑法规和规范的要求

法规和规范的条文是不断总结实践经验的产物，带有强制性要求和示范性指导两方面的内容。而且规范会随着实际情况的改变而不断作出修改。设计人员熟

知并遵守相关规范和法规的要求，是取得良好设计和施工质量的基本保证。

总之，在建筑构造设计中，全面考虑坚固适用，美观大方，技术先进，经济合理，是最根本的原则。读者可以通过以下各章节所讨论的具体内容，加深对这些要求的了解。

1.4　建筑构造详图的表达方式

建筑构造设计通过构造详图来加以表达。构造详图通常是在建筑的平、立、剖面图上，通过引出放大或进一步剖切放大节点的方法，将细部用详图表达清楚。除了构件形状和必要的图例外，构造详图中还应该标明相关的尺寸以及所用的材料、级配、厚度和做法（图 4-1-4-1 ~ 图 4-1-4-3）。

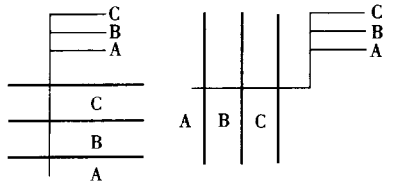


图 4-1-4-1　构造详图中构造层次与标注文字的对应关系

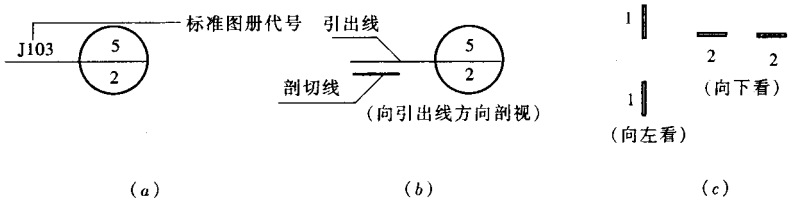


图 4-1-4-2　详图引出部位的索引符号

（a）索引标准图；（b）索引剖面详图；（c）剖面详图

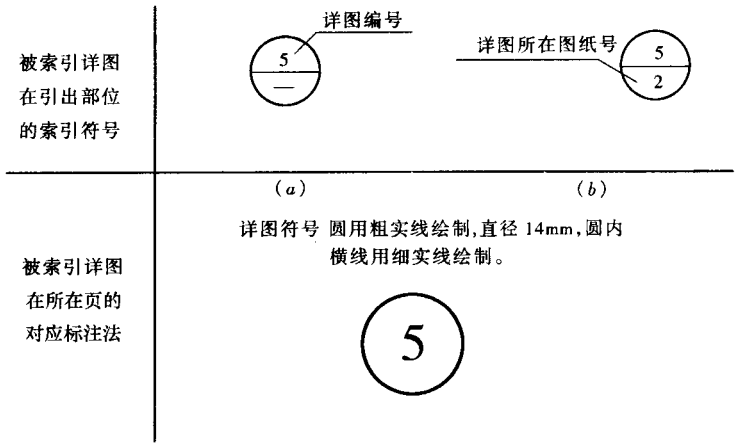


图 4-1-4-3　详图索引号的含义及对应标注方法

（a）被索引详图在本张图纸；（b）被索引详图在另张图纸

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第2章　楼地层、屋盖及阳台、雨篷的基本构造

楼地层、屋盖、阳台、雨篷等建筑物中的水平构、部件，都属于受力系统中的第一个层次，施加在其上的活荷载及其自重都必须通过受力系统的其他层次传递到地基上去。因此这些水平构、部件的支承和被支承的情况，决定了许多垂直构件的布置。此外，这些水平构、部件大都同时又兼有围护和分隔建筑空间的作用。因此，在进行建筑平面设计的过程中，不但需要研究各种建筑空间的构成及组合，同时也要讨论其围合构件和结构支撑的布置及其构造方式对空间的功能和使用情况的影响。例如，建筑平面图上虽然不需画出楼层的结构梁、板的布置，但是墙、柱等垂直构件的布置以及门窗洞口的位置和大小都与之密切相关。本章内容将就这些相关关系以及建筑物楼地层、屋盖及阳台、雨篷的基本构造层次展开讨论。

2.1　楼地层的基本构造

2.1.1　楼层的基本构造

在有楼层的建筑物中，楼板层是沿水平方向分隔上下空间的结构构件。它除了承受并传递垂直荷载和水平荷载，应具有足够的强度和刚度外，还应具有一定的防火、隔声和防水等方面的能力。建筑物中有些固定的水平设备管线，也可能会在楼层内安装。

钢筋混凝土材料因为强度高，刚度好，既耐久，又防火，还具有良好的可塑性，且便于工业化生产和机械化施工，所以是目前我国工业与民用建筑中应用最广的楼层材料。近年来，由于我国钢材生产能力的提高以及钢结构的推广应用，出现了以压型钢板为底模的钢衬板复合楼板，在钢结构和其他类型结构形式的建筑中也得到了广泛应用。本节的主要着眼点将主要针对这二者。至于用天然木材作为结构材料的楼层，虽然具有自重轻、构造简单等优点，但其耐火和耐久性均较差，而且关系到自然资源的可持续性利用，现已较少采用，特别是公共建筑的楼板等构件的使用。本节将不对其进行讨论。

1. 楼层的基本形式

根据力的传递方式，建筑物楼层的形式可以分为板式、梁板式和无梁楼盖等

几种类型。

(1) 板式楼盖

当房间的尺度较小，楼板可以直接将其上面的荷载传给周围的支承构件，而不会使得其因为跨度太大，而造成断面尺度太大或者说是结构自重太大，在这种情况下可将楼板做成平板的式样，称为板式楼盖。有许多小开间的房间的建筑物，特别是墙承重体系的建筑物，例如住宅、旅馆等，或者其他建筑的走道、厨房、卫生间等，都适合使用板式楼盖。

板式楼盖结构层底部平整，可以得到最大的使用净高。

板式楼盖的楼板又分为单向板和双向板。如果一块楼板只有两端支承，无论如何它都属于单向板，即荷载只朝一个向度的两端传递。但如果一块楼板不止只有两端支承，它平面上两个向度之间的尺寸比例关系将决定其究竟是单向板还是双向板。如图 4-2-1-1（a）所示，板的短边尺寸 l_1 与长边尺寸 l_2 之间，当 $l_2/l_1>2$ 时，在荷载作用下，板基本上只在 l_1 的方向挠曲，而在 l_2 方向的挠曲很小。这表明荷载主要沿短边的方向传递，故称单向板。这时板下只有一个向度即沿长边方向的支座是起到承重作用的。如果如图 4-2-1-1（b）所示，当 $l_2/l_1\leqslant 2$ 时，则在荷载作用下，板的两个方向都有挠曲，是为双向板。这时板下两个向度的支座都承重。研究楼板的传力路线可以帮助在进行建筑平面设计时决定楼层支座的位置以及诸如承重墙上开门窗的位置及其大小等。

(2) 梁板式楼盖

当房间的平面尺度较大，采用板式楼盖会造成单块楼板的跨度太大时，可以

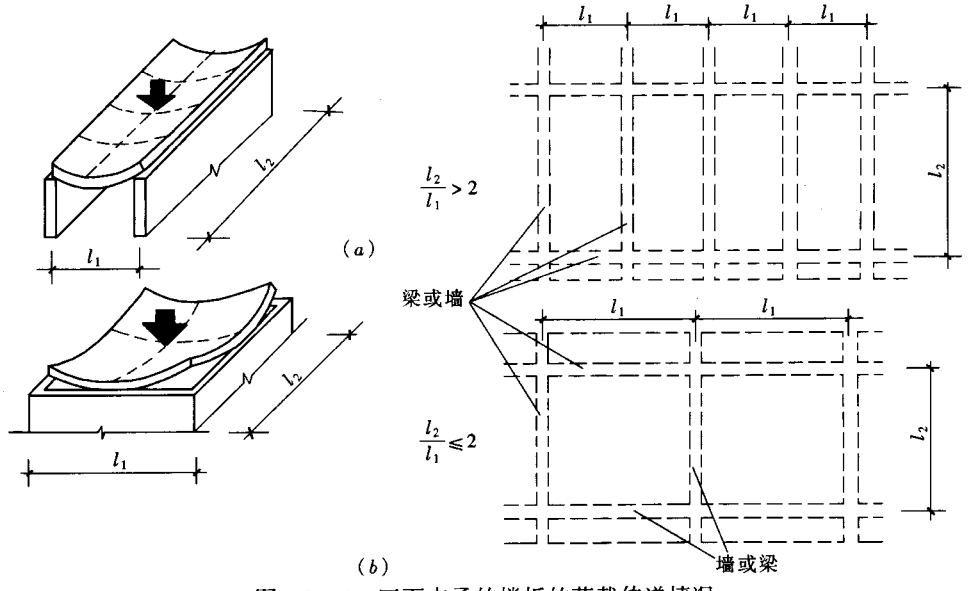


图 4-2-1-1　四面支承的楼板的荷载传递情况

（a）单向板；（b）双向板

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

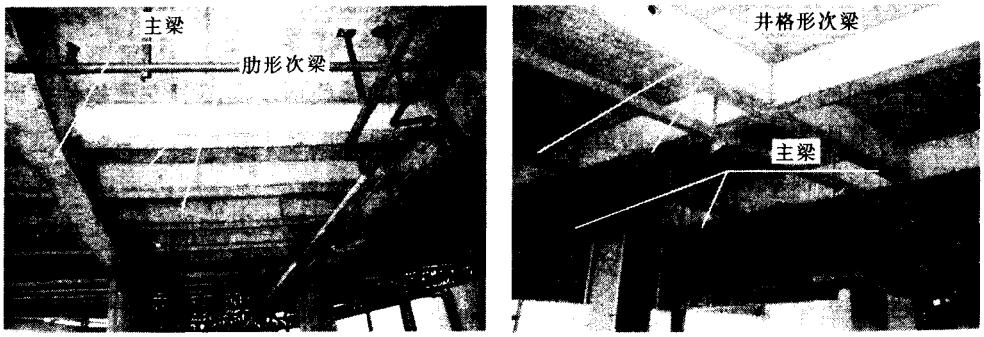


图 4-2-1-2　梁板式楼盖板底梁的布置

（a）肋形梁；（b）井格梁

通过在楼板下设梁的方式，将一块板划分为若干个小块，从而减小小块板的跨度。这种楼盖称为梁板式楼盖。梁板式楼盖的梁可以形成主次梁的关系。当梁板式楼盖板底某一个方向的次梁平行排列成为肋状时，可称之为肋形楼盖。肋梁间距较小时则称之为密肋楼盖。梁板式楼盖板底的梁也可以两个方向交叉布置成为井格状，则可称之为井格形楼盖（图 4-2-1-2）。一般说来，布置肋形梁，可令楼层节间板成为单向板或者双向板；而布置井格梁时基本上都令小块板成为双向板。

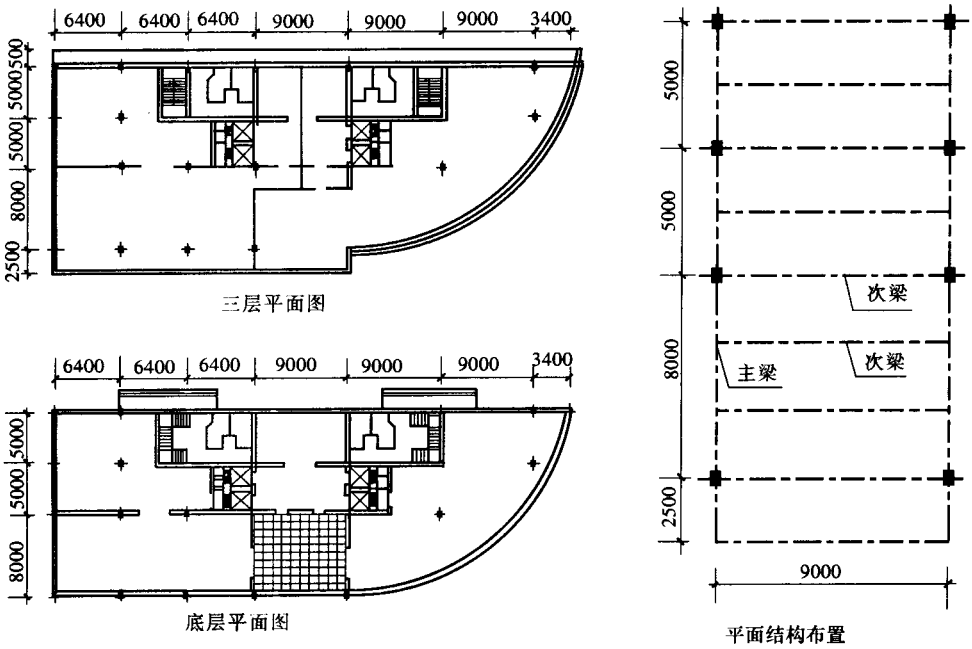


图 4-2-1-3　某建筑楼层结构梁板布置实例

在板底增加梁不单单具有结构方面的意义，经过对楼板的传力路线的设计，还可以重新分配传到梁上的荷载大小，从而控制其断面尺寸，这样对争取某些结构梁底的净高以及在平面上按照建筑设计的需要局部增加或者取消某些楼层的支座，都是很有用处的。图 4-2-1-3 中所示的实例，因为基地对建筑物有限高的要求，而地下车库车辆停靠及出入的需要又使得建筑结构的柱距不宜再缩小。设计人员通过增加纵向次梁，使得节间楼板成为单向板，从而减小了 8000 × 9000 (mm) 跨中原来传给纵向框架梁的荷载；在横方向，由于三层以上楼面出挑 2500mm，减小了跨中弯矩，使得整体上梁的高度得到控制，实现了在限高条件下，建筑物做到期望层数的目的。

(3) 无梁楼盖

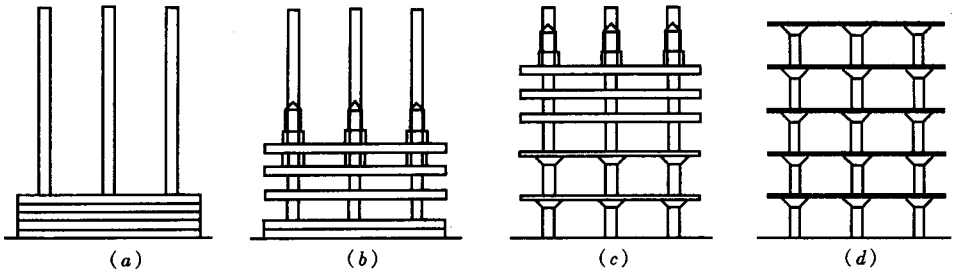


图 4-2-1-4　无梁楼盖大型预制平板整体提升安装工艺

(a) 在现场叠合浇注各层楼板并立柱；(b) 在柱上设提升设备、楼板整体提升；(c) 楼板就位后安装柱帽；(d) 全部楼板安装完毕

无梁楼盖形式上是以结构柱与楼板组合，取消了柱间及板底的梁。楼板可以如图 4-2-1-4 所示的那样，以大型平板通过柱帽（或无柱帽）支承在柱子上，这时周边的楼板最好均匀出挑，可使结构较为单一。图 4-2-1-5 所示的是另一种方式，即在预制柱子间将每跨一块楼板先用临时支架搁起来，待一层楼板全部就位后，在柱间的板缝中纵横铺设通长的预应力钢筋（钢丝束或钢索）并通过张拉使楼板与柱之间相互挤紧。用这种做法，结构在地震作用下会发生刚度变化，减小

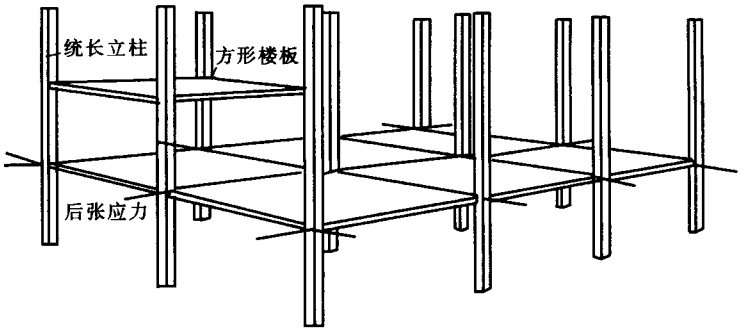


图 4-2-1-5　预应力索板无梁楼盖

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

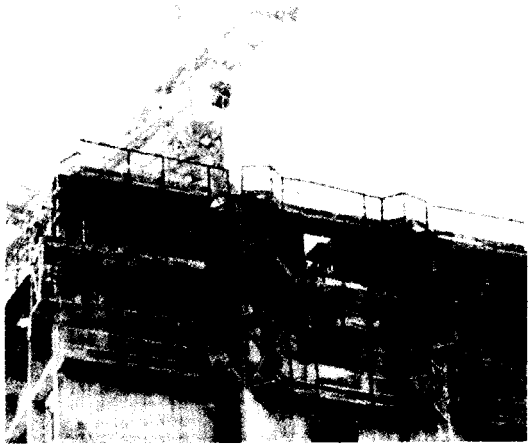


图 4-2-1-6　大型工具模板整浇实例

地震作用，而地震过后又会自动恢复原有刚性，因此抗震性能较好。此外，如本书第3篇中图3-2-3-2所示的那样采用的梭形板和接近正方形的板的搭配，则梭形板相当于梭形的扁梁，其受力原理与普通梁板式楼盖并无太大的区别。

2. 钢筋混凝土楼层的施工工艺及细部构造

钢筋混凝土楼层的施工工艺可以分为现浇整体式、预制装配式和装配整体式等三种。

（1）现浇整体式施工工艺

现浇整体式的施工工艺是指在施工现场按支模、绑扎钢筋、浇灌混凝土等顺序将整个楼盖结构系统浇筑成型。因此其结构的整体刚度好，特别适合于那些整体性要求较高的建筑物、有管道穿过楼板的房间以及形状不规则或房间尺度不符合模数要求的房间中。但现浇的施工工艺由于主要工作在现场进行，湿作业，工序繁多，混凝土需要养护，且施工工期较长，在一些寒冷的地区难以常年施工。近年来由于工具式模板和商品混凝土的发展、现场浇筑机械化的加强，现浇的工艺不断有新的发展（图4-2-1-6，图4-2-1-7）。

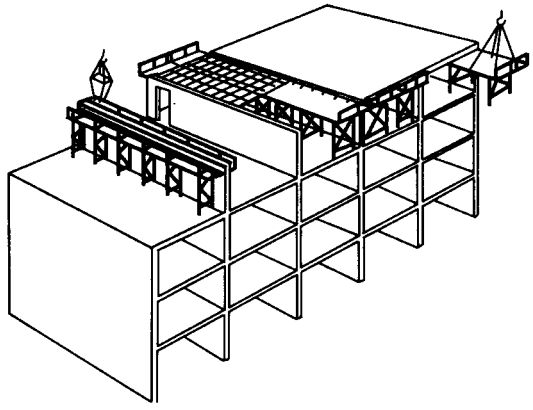
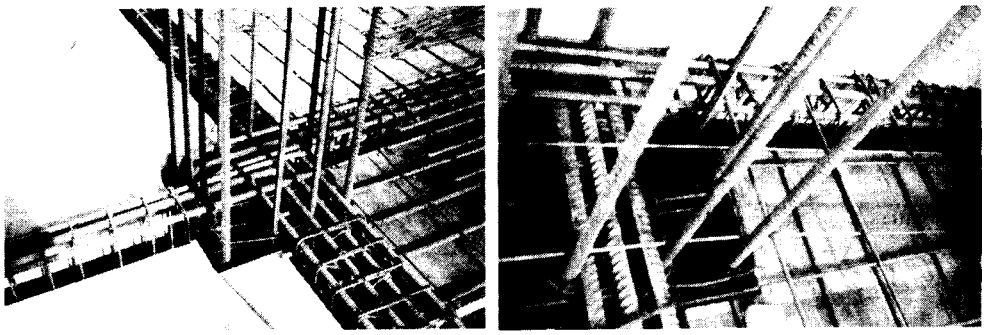


图 4-2-1-7　大型工具模板现浇工艺示意

采用现浇整体式施工工艺的楼盖，其结构梁的高度是连同板的厚度一并计算在内的。从图4-2-1-8中不难看出，整体现浇的楼盖，其梁与楼板的钢筋顶面高度持平，并且可以互相连通，这样不但可以减小结构的总高度，而且还可以利用梁、板间的刚性节点形成连续板或连续梁，有效地减小板或梁的跨中弯矩。

在进行建筑设计时，对建筑层高的确定确实非常重要，因为可以据此来推算建筑物的总高度和建设规模，从而按照基地状况、消防要求、投资额度等相关条件来研究其实施的可能性。但在开始时往往尚不能够进行精确的结构计算，这时就需要对整个楼层的结构高度进行相应的估算。因为楼层的结构高度，加上必须



（a）　　（b）

图 4-2-1-8　现浇钢筋混凝土楼层梁的高度确定

（a）绑扎钢筋时梁的顶面高出板底若干距离；（b）梁与楼板钢筋顶面高度持平

的使用净高以及楼面装饰面层的厚度和楼层底部有可能为设备和吊顶所占据的高度，就是整个楼层的层高。对于楼层结构而言，如果有梁的话，其中最长的梁的截面高度往往就是制约的主要因素。一般说来，对于现浇整体式的楼层结构，其梁板的结构高度可以作以下估算：

楼板是单向板时，板厚取板跨的 1/35（简支）；1/40（两端皆连续）；而且民用建筑楼板板厚≥70mm，工业建筑的楼板板厚≥80mm。

楼板是双向板时，板厚取双向板短跨的 1/45（四边皆简支）；1/50（四边皆连续）；而且板厚≥80mm。

无梁楼盖的楼板取其长边的 1/35，而且板厚≥150 mm。

梁的截面宽度一般为其截面高度的 1/3 ~ 1/1.5，常用宽度为 250mm 或 300mm。其截面高度估算为跨度的 1/12 ~ 1/10（单跨简支梁）；1/18 ~ 1/14（多跨连续次梁）；1/14 ~ 1/12（多跨连续主梁）。

（2）预制装配式施工工艺

预制装配式施工工艺指将楼层构件在预制加工厂或施工现场预先制作成型并达到强度后，运送到指定位置按顺序进行安装。这种施工方法，大大减少了现场湿作业的机会，提高了现场机械化施工的水平，并可使工期大为缩短。这对建筑工业化水平的提高是一大促进，而且有利于建筑产品的质量控制。

使用预制装配式的施工工艺，其关键在于必须按照预制产品的设计标准和使用范围去应用，而不能够随意进行改变。因为预制产品有两大类，一类是按照国家或地方标准大量性生产的产品，其尺寸和受力状况都是预先设定的。由于有一定的生产批量，所以价格较为便宜，而且生产工艺和节点设计都较为成熟、合理，但对于建筑设计来说，从设计参数的选择到使用的可能性方面都会受到限制。另一类预制产品可以按照单个建设项目的要求个别加工。由于产品数量有限，又需单独设计加工，所以造价会相应提高。但对于受到气候条件影响不能现

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

浇或需要严格控制产品质量标准的项目，仍然是较好的选择。

常用的预制楼板构件有以下类型：

1）预制实心平板　跨度一般在2.4m以内，多用作过道或小开间房间的楼板，亦可用做搁板或管道盖板等。板的两端简支在墙或梁上，由于构件小，起吊机械要求不高（图4-2-1-9）。用作楼板时，其板厚≥70mm；用作盖板等时，厚度≥50mm。板宽约为600～900mm。

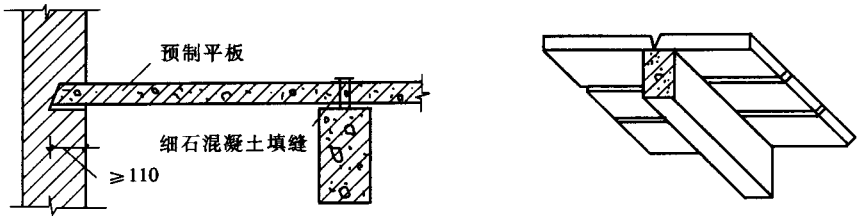


图4-2-1-9　预制实心平板及安装示意

2）预制槽形板　它是一种梁板结合的构件，即在实心板的两侧设有纵肋，构成门字形截面。为提高板的刚度和便于搁置，常将板的两端以端肋封闭。当板跨达6m时，应在板的中部每隔500～700mm处增设横肋一道，肋高按计算决定。板跨为3～7.2m；板宽为600～1200mm。

槽形板承载能力较好，适应跨度较大，常用于工业建筑。

搁置时，板有正置（指肋向下）与倒置（指肋向上）两种（图4-2-1-10）。

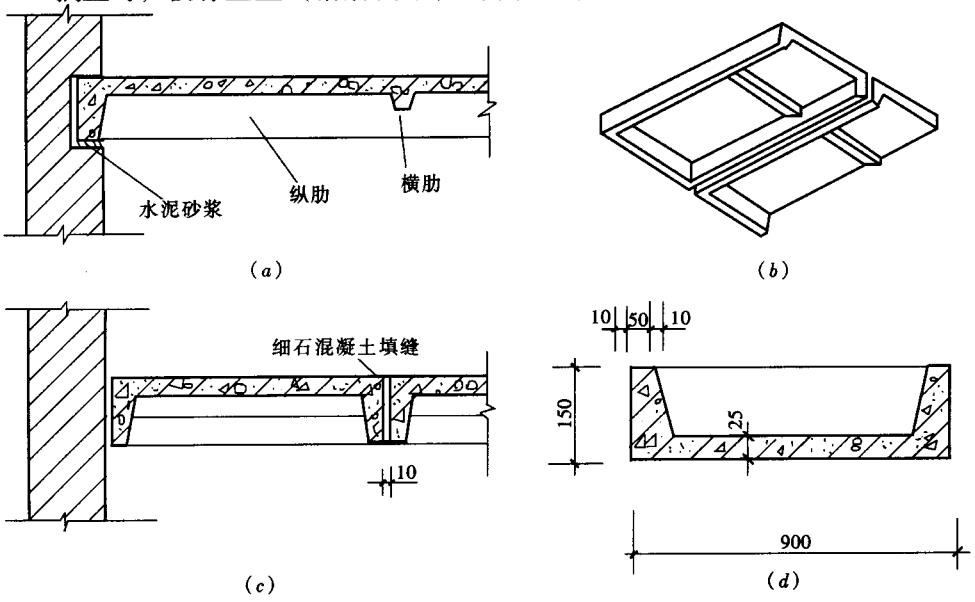


图4-2-1-10　预制槽形板及安装示意

（a）槽形板纵剖面；（b）槽形板底面；（c）槽形板横剖面；（d）倒置槽形板横剖面

正置板由于板底不平，用于民用建筑时往往需要做吊顶。倒置板可保证板底平整，但配筋与正置时不同。如不另作面板，则可以综合楼面装修共同考虑，例如直接在其上做架空木地板，等等。有时为考虑楼板的隔声或保温，还可在槽内填充轻质多孔材料。

3）预制空心板　它是为了减轻板的自重，在楼板高度的结构中性面略偏下处抽孔。抽孔截面形状多为圆形和椭圆形。

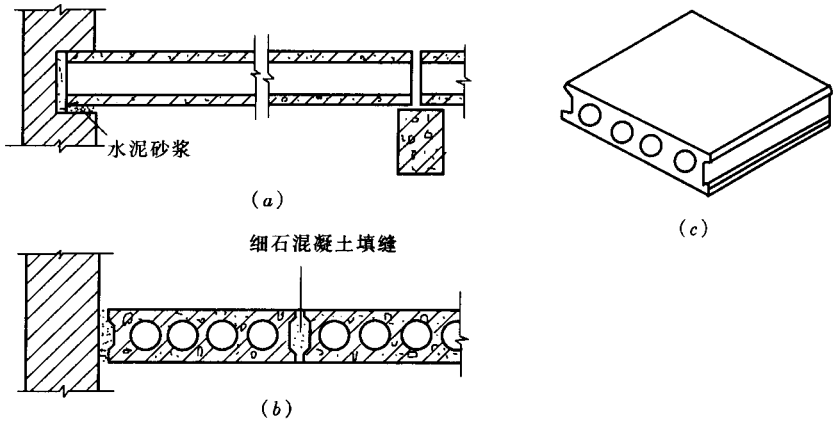


图 4-2-1-11　预制空心板及安装示意

（a）纵剖面；（b）横剖面；（c）剖面形式

空心板有中型板和大型板之分，中型板非预应力的板跨约在 3.9m 及以下，预应力的可做到 4.5m，板宽 500 ~ 1500mm，常见的是 600 ~ 1200mm，板厚 120mm，多用于民用建筑。大型空心板板跨为 4 ~ 7.2m，板宽为 1200 ~ 1500mm，板厚 180 ~ 240mm，可以用于公共建筑及轻型的工业建筑，但其承载能力远不如槽形板（图 4-2-1-11）。

预制空心板是按照均布荷载设计的，而且只有在板的底部沿长方向有冷拔钢丝作为受力钢筋，因此预制空心板决不能三面搁置，在跨中也不能承受较大的集中荷载。

空心板在安装时支承端的两端孔内常用专制的填块、碎砖块或砂浆块填塞，以免灌缝时混凝土自行进入孔内，影响施工。

在使用预制板作为楼层结构构件时，为了减小结构的高度，必要时可以把结构梁的截面做花篮梁或者十字梁的形式，但要注意除去花篮梁和十字梁两侧的支承部分后，梁的有效宽度和高度不能够小于原来的形状。图 4-2-1-12 以花篮梁为例说明这一问题。

使用预制板尽管施工方便，但在结构整体刚度方面远不及现浇整体式的好。在房屋发生诸如不均匀沉降等引起变形的情况下，预制板的板缝处易出现裂缝，影响美观，还有可能造成漏水。在地震发生的情况下，板搁置端的拉结状况更是

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

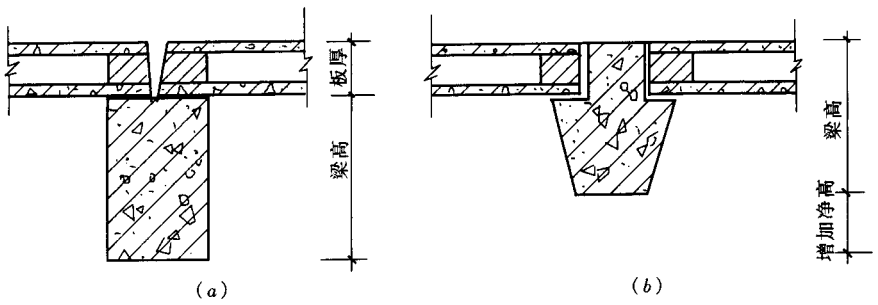


图 4-2-1-12　用花篮梁减小结构高度示意
（a）板搁在矩形梁上；（b）板搁在花篮梁上

至关紧要。因此相关规范规定，预制板在墙上的搁置宽度应不小于100mm，在梁上的搁置宽度应不小于80mm。此外，为增强房屋的整体刚度，在楼板与墙体之间以及楼板与楼板之间，常用锚固钢筋予以锚固。锚固筋又称拉结钢筋。图4-2-1-13提供各种锚固钢筋的配置方法，配置后浇入楼面整筑层内。

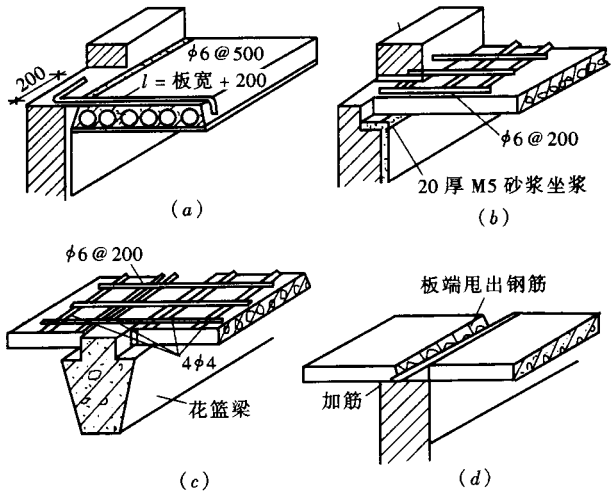


图 4-2-1-13　各种锚固钢筋的配置方法
（a）板侧锚固；（b）板端锚固；
（c）花篮梁上锚固；（d）甩出筋锚固

（3）装配整体式施工工艺

装配整体式施工工艺指将楼层中的部分构件经工厂预制后到现场安装，再经整体浇筑其余部分后使整个楼层连接成整体。其结构整体刚度优于预制装配式的，而且预制部分构件安装后可以方便施工，特别是其中叠合楼板的下层部分可以同时充当其上层整浇部分的永久性底模，施工时可以承受施工荷载，完成后又不需拆除，可以大大加速施工进度。

1）预制薄板叠合楼板　它是用普通钢筋混凝土薄板或预应力混凝土薄板作为底板，在上面再叠合现浇钢筋混凝土层（图4-2-1-14）。钢筋混凝土的梁柱也可以同为装配构件。特别是预制钢筋混凝土梁上部可少浇部分混凝土，露出部分钢筋（图4-2-1-15），以便在现场与楼板上层现浇叠合层连通，更好地增强其结构整体性。

叠合楼板跨度一般为4～6m，最大可达9m，以5.4m以内较为经济。预应力

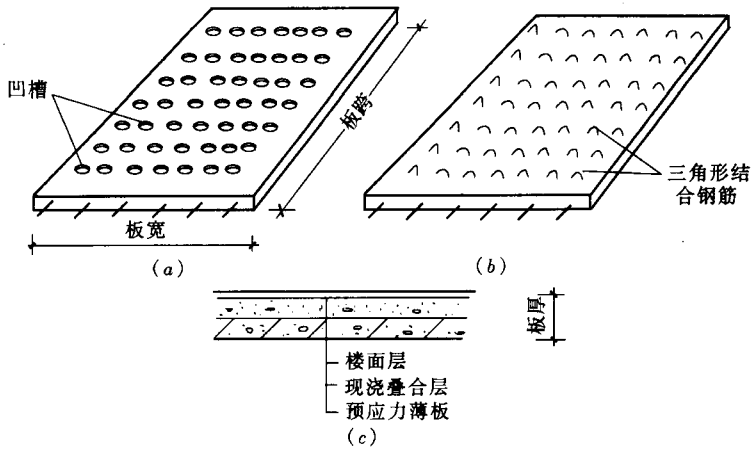


图 4-2-1-14　预制薄板叠合楼板

（a）板面刻槽；（b）板面露出三角形结合钢筋；（c）叠合组合楼板

薄板厚 50～70mm，板宽 1.1～1.8m。为了保证预制薄板与叠合层有较好的连接，薄板上表面需作处理，常见的有两种：一是在上表面作刻槽处理，如图 4-2-1-14（a）所示，刻槽直径 50mm，深 20mm，间距 150mm；另一种是在薄板上表面露出较规则的三角形状的结合钢筋，见图 4-2-1-14（b）。

现浇叠合层采用 C20 级的混凝土，厚度一般为 70～120mm。叠合楼板的总厚取决于板的跨度，一般为 150～250mm。楼板厚度以大于或等于薄板厚度的两倍为宜，如图 4-2-1-14（c）所示。

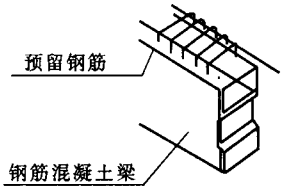


图 4-2-1-15　预制钢筋混凝土梁预留钢筋与叠合层连通

2）压型钢板组合楼板　它是用压型薄钢板作底板，再与混凝土整浇层浇筑在一起。压型钢板本身截面经压制成凹凸状，有一定的刚度，可以作为施工时的底模。经过构造处理，可使上部现浇的混凝土和下部的钢衬板共同受力，即混凝土承受剪力和压应力，而钢衬板则承受下部的拉弯应力。这样，压型钢板组合楼板受正弯矩的部分可不需再放置或绑扎受力钢筋，仅需部分构造钢筋即可。不过，底部钢板外露，需作防火处理。

压型钢板组合楼板的钢板有单层和双层之分，如图 4-2-1-16、图 4-2-1-17 所示。

为了保证压型钢板与其上部的混凝土之间有足够的粘结力，从上面的图中还可以看出在压型钢板面上往往会留有小的破口（也叫做暗销）（图 4-2-1-18），或者利用焊上去的构造钢筋使上下叠合层连接牢固。

由于截面形状的原因，压型钢板只能够承受一个方向的弯矩，因此，压型钢板组合楼板只能够用作单向板。组合楼板的跨度为 1.5～4.0m，其经济跨度为

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

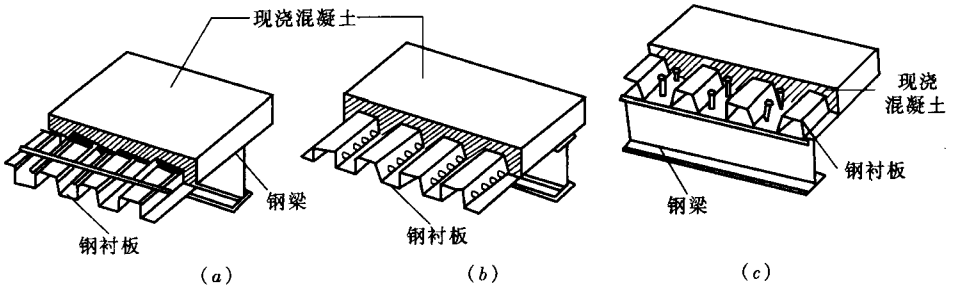


图 4-2-1-16　单层压型钢衬板叠合楼板

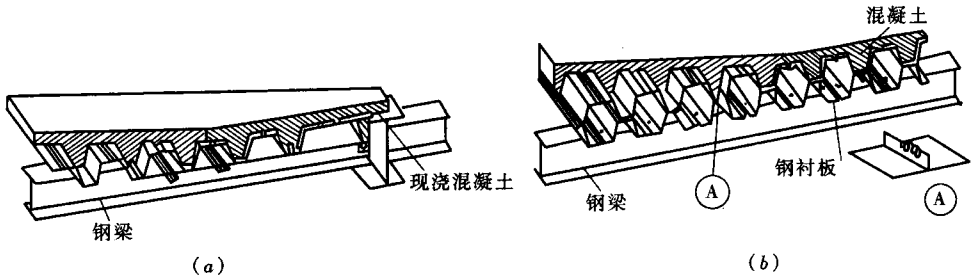


图 4-2-1-17　双层压型钢衬板叠合楼板

（a）楔形板与平板组成的孔格式组合楼板；（b）双楔形板组成的孔格式组合楼板

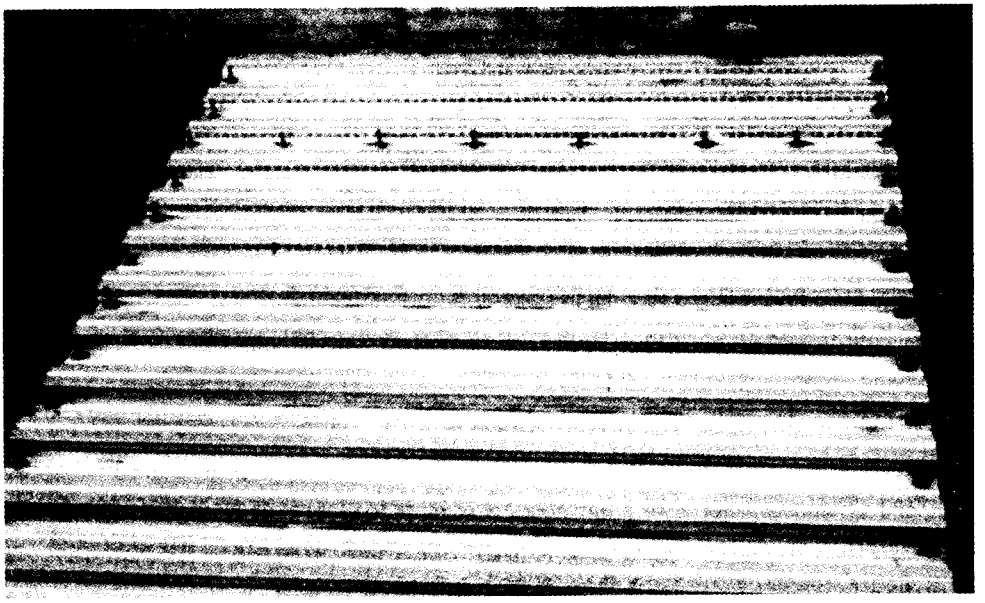


图 4-2-1-18　压型钢板实例

2.0～3.0m 之间。如果建筑空间较大，需要增加梁以满足板跨的要求。压型钢板与其下部梁的连接方法以及分段钢板之间的连接可参照图 4-2-1-19。

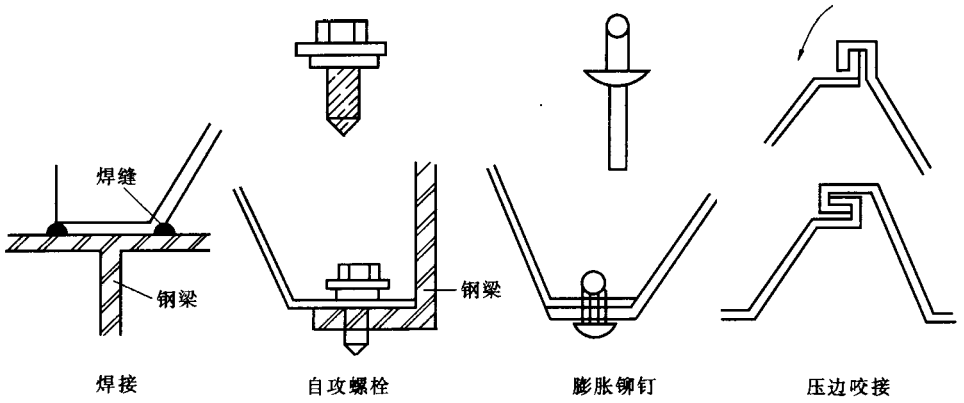


图 4-2-1-19　压型钢板与下部梁连接构造及分段间的咬合

2.1.2　地层的基本构造

建筑物的地层构造可以分为实铺地面和架空地面两种。

实铺地面是指将开挖基础时挖去的土回填到指定标高，并且分层夯实后，在上面铺碎石或三合土，然后再满铺素混凝土结构层（图 4-2-1-20）。建筑室内地面混凝土一般不用配筋，除非有重型设备或有行车的特殊需要。

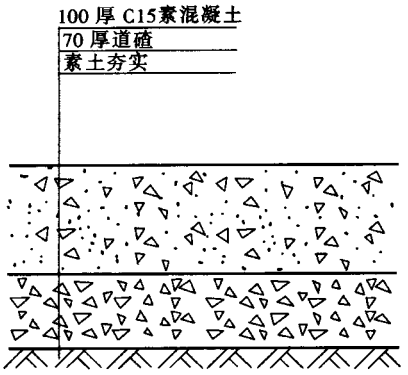


图 4-2-1-20　实铺地面做法

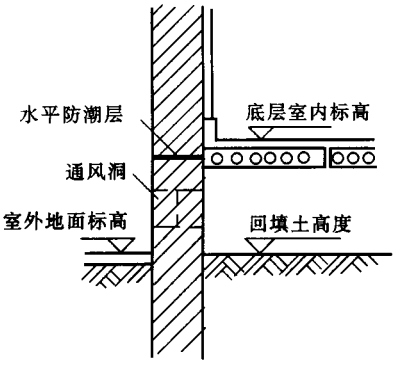


图 4-2-1-21　架空地面做法

架空地面是指用预制板将底层室内地层架空，使地层以下的回填土同地层结构之间保留一定的距离，相互不接触；同时利用建筑的室内外高差，在接近室外地面的墙上留出通风洞，使得土中的潮气不容易像实铺地面那样可以直接对建筑底层地面造成影响（图 4-2-1-21）。

不过相关的规范规定，建筑物底层下部有管道通过的区域，不得做架空板，而必须做实铺地面。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

2.2　屋盖系统的基本构造

建筑物屋盖系统由于支承结构和构造方式的不同，形成了各异的形态（图4-2-2-1）。通常可以大致分为坡屋顶、平屋顶以及曲面屋顶等几种形式。本节的内容将主要介绍属于平面结构的坡屋顶和平屋顶的基本构成，以及属于空间结构的曲面屋顶的外维护部分的主要做法。

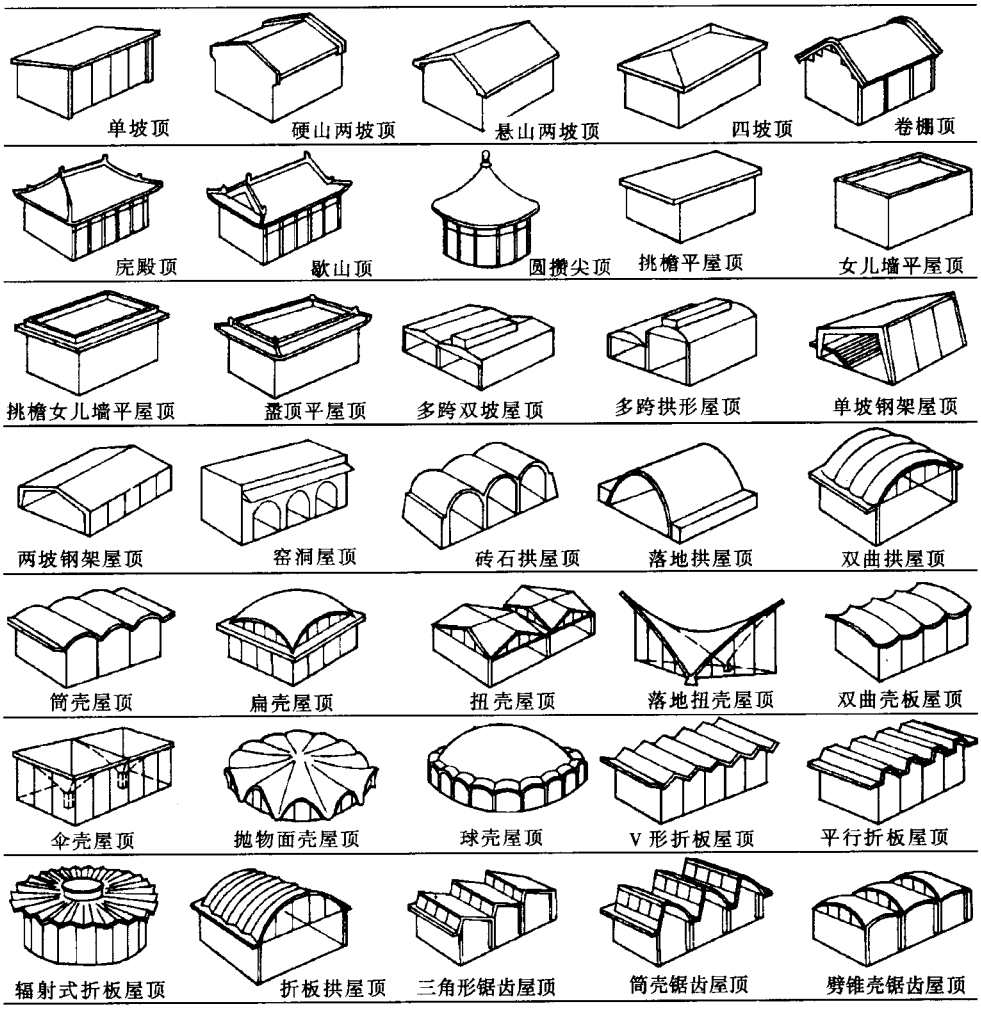


图4-2-2-1　各种类型屋顶的形态（一）

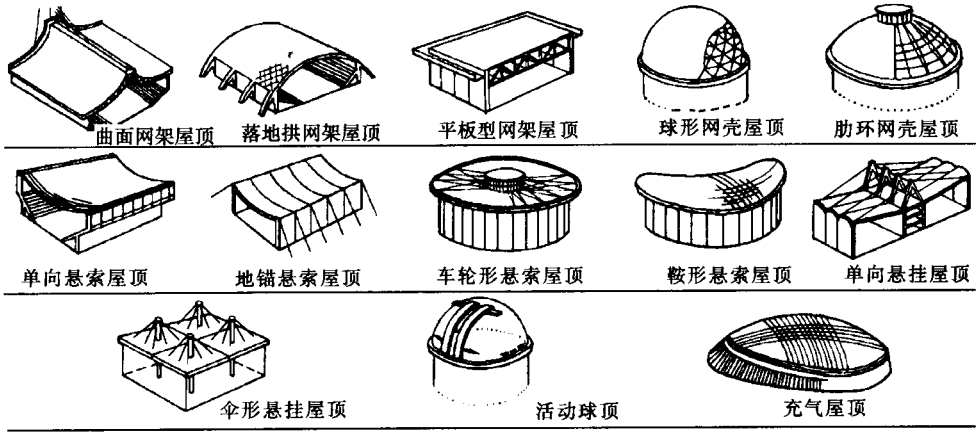


图 4-2-2-1　各种类型屋顶的形态（二）

2.2.1　坡屋顶的基本构造

建筑物的屋顶为了排水的需要，通常都会具有一定的坡度。当屋面坡度超过 1/10 时，称为坡屋顶。坡屋顶的坡度通常用其矢高与半个跨度的比来标注。

1. 坡屋顶坡度的形成及屋面支承系统

坡屋顶的坡度是由结构构件的形状或者其支承情况形成的，又可以称之为结构找坡。例如图 4-2-2-2 所示的梁架支承的形式，就是我国传统的坡屋顶的结构形式。其中沿建筑物进深方向的柱和梁穿插形成梁架，梁架之间用搁置的木梁来托起屋面。这个层次搁置的梁又叫檩条或桁条。檩条上面可以直接搁置屋面板，也可以再增加一个垂至于檩条的次梁系统，称之为椽子，用来减小屋面板的跨度，或者说是可以拉大檩条的间距。

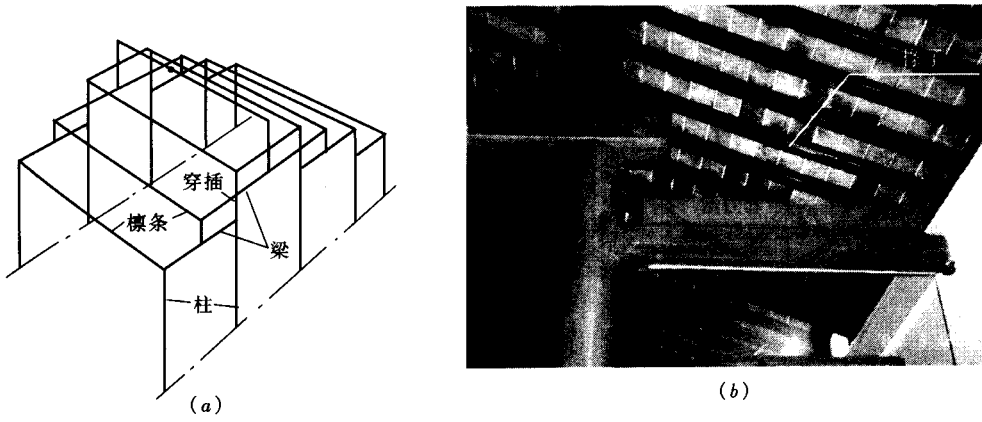


图 4-2-2-2　传统的梁架支承系统的坡屋顶

（a）梁架支承系统的坡屋顶结构构成示意；（b）梁架系统坡屋顶实例

除了梁架系统之外，把墙承重建筑物的墙体在顶端做成山尖状（称之为“山

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

墙”），或利用屋架、斜梁等，都可以用来形成屋面坡度，并支承诸如檩条、椽子等各层次的屋面梁（图 4-2-2-3 ~ 图 4-2-2-6）。为了防止倾斜并加强屋架的稳定性，应在屋架之间设置支撑，常用的支撑为在每两榀屋架间架设一道剪刀撑。

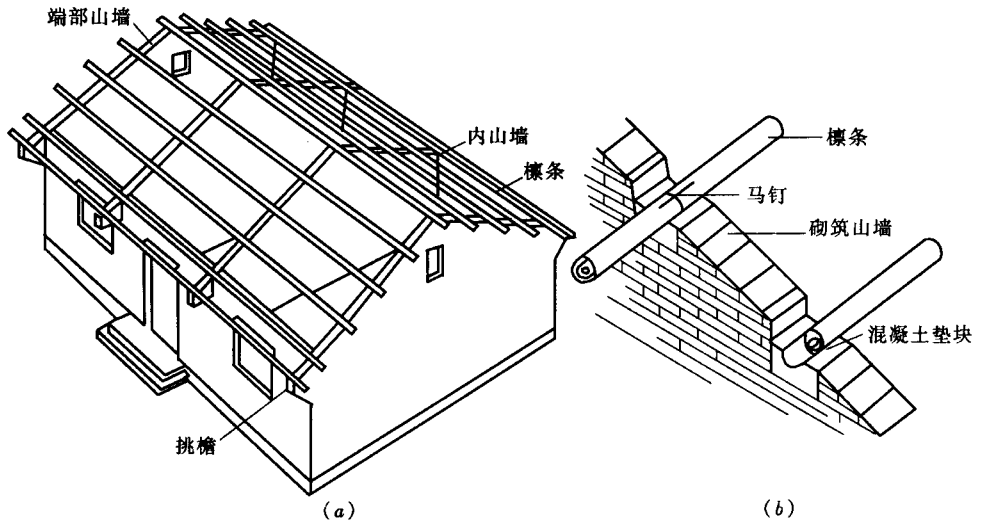


图 4-2-2-3　山墙找坡示意

（a）山墙支檩屋顶；（b）檩条在山墙上的搁置形式

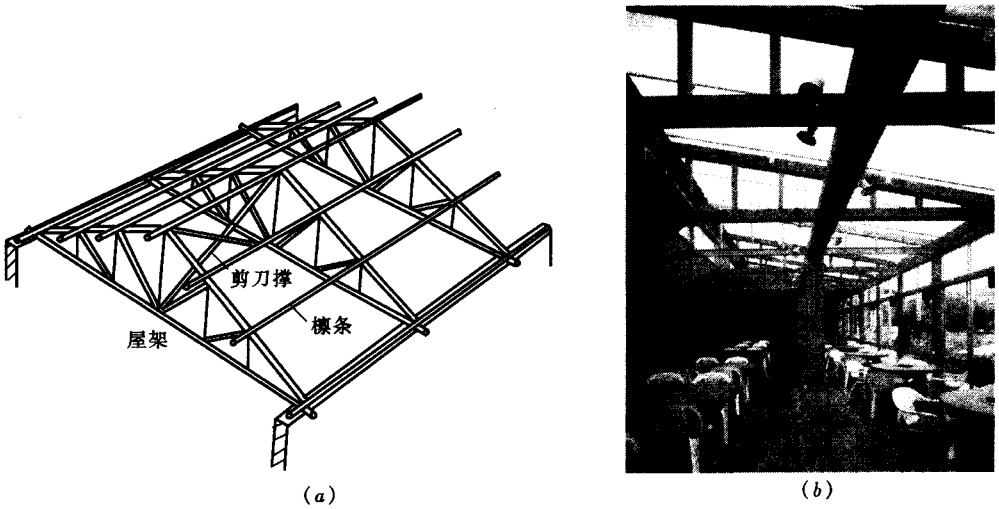


图 4-2-2-4　屋架找坡示意

（a）利用屋架搁置檩条；（b）层架找坡实例

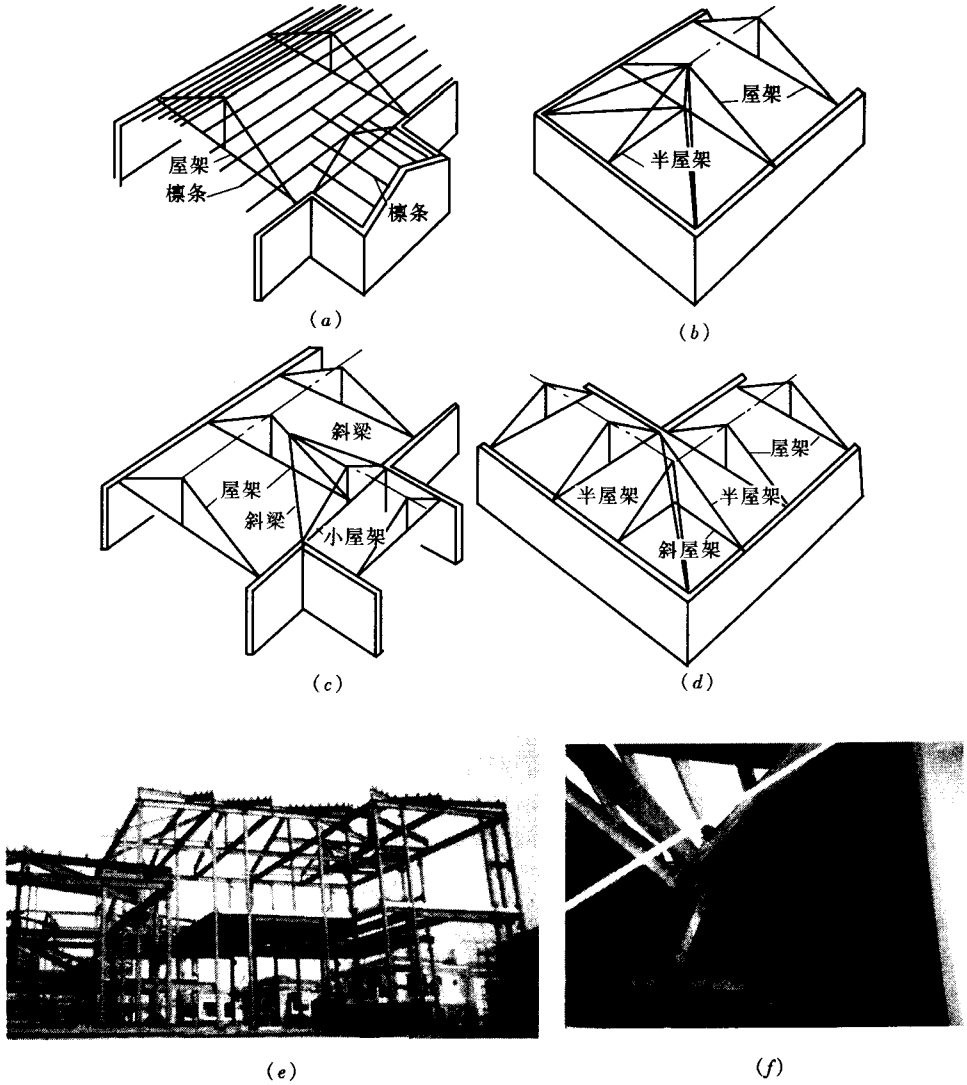


图 4-2-2-5　屋面交接处屋架斜梁结构布置

（a）房屋、垂直相交；檩条搁檩条；（b）房屋垂直相交斜梁搁在屋架上；

（c）四坡顶端部，半屋架搁在全屋架上；（d）房屋转角处，半屋架搁在全屋架上；

（e）钢屋架支承坡屋顶实例；（f）屋架结构细部

按照习惯，通常把上述用檩条或檩上架椽支撑屋面的体系叫做檩式系统。对木质构件来说，不用椽子时，檩条间距约为 700 ~ 900mm；檩条上架设椽子时，檩条间距可适当放大至 1000 ~ 1500mm。对于钢筋混凝土屋架，常配以矩形、L 形和 T 形等截面的预制钢筋混凝土檩条，为了在檩条上钉屋面板，常在上面设置木条，木条断面呈梯形。对于钢屋架，则多采用轻钢檩条，形式为冷轧薄壁型钢

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

或是小型角钢与钢筋焊接的平面或空间的桁架式檩条。

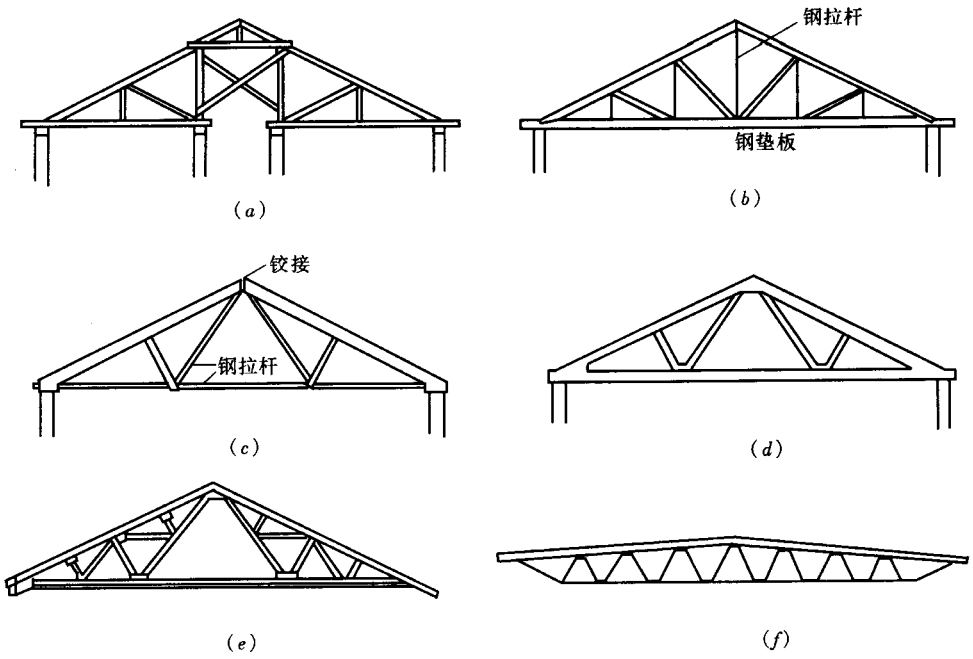


图 4-2-2-6　常用平面屋架结构形式

（a）四支点木屋架；（b）钢木组合豪式屋架；（c）钢筋混凝土三铰式屋架；
（d）钢筋混凝土屋架；（e）芬式钢屋架；（f）棱形轻钢屋架

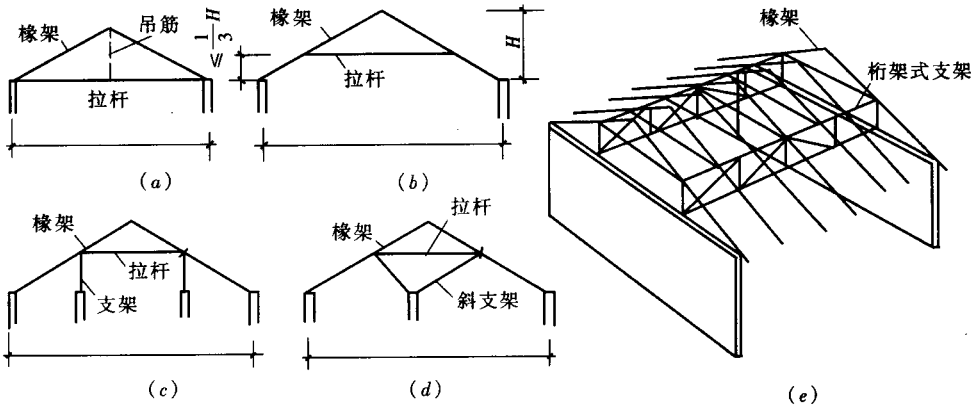


图 4-2-2-7　橡架找坡示意

（a）三角形橡架；（b）高拉杆橡架；（c）支架支承橡架；
（d）斜支架支承橡架；（e）桁架支承橡架



图 4-2-2-8　椽架找坡实例

此外，还有一种椽式系统是将两根呈人字形的椽子和一道横木（或拉杆）组成一个椽架，跨度小的可直接支承在外墙上，跨度大的可再增加支座（图 4-2-2-7，图 4-2-2-8）。为适应木屋面板的跨度，其间距一般为 400 ~ 1200mm。可以将椽架看成是折线形的肋梁。

由不同的屋顶结构构件出挑，可以使坡屋顶檐口伸出墙面，减少雨水对外墙的侵害（图 4-2-2-9）。

2. 坡屋顶的屋面板

由于有较大坡度的原因，坡屋顶上面一般除施工及维修外，极少经常上人。因此，坡屋顶的屋面板主要承担围护作用。其构造主要有以下两种形式：一是采用不透水或是具有构造自防水功能的成品构件，直接安装在屋面结构支承构件上面形成屋面；二是先铺设各类板材以形成屋面基层后，再在其上面做防水及隔热、保温等相关构造层次。

（1）不需基层的做法

这种情况较早发生在坡屋面用瓦片来作为防水构件时，因为瓦片的防水性能具有久经考验的可靠性，所以屋面可以不必铺设屋面板来作为屋面基层（图 4-2-2-10），又被叫做冷摊瓦，构造做法是在椽子上钉挂瓦条后直接挂瓦。但如果建筑物属于内部高大空旷且通风良好的话，屋面瓦片有可能在负风压的情况下被吹走，而且屋顶热工性能较差。

除了普通的屋面瓦，不需基层直接铺设在坡屋顶上的屋面材料还有各类波形瓦、小型钢筋混凝土异型屋面板、压制成型的金属板、复合金属夹层板、玻璃、

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

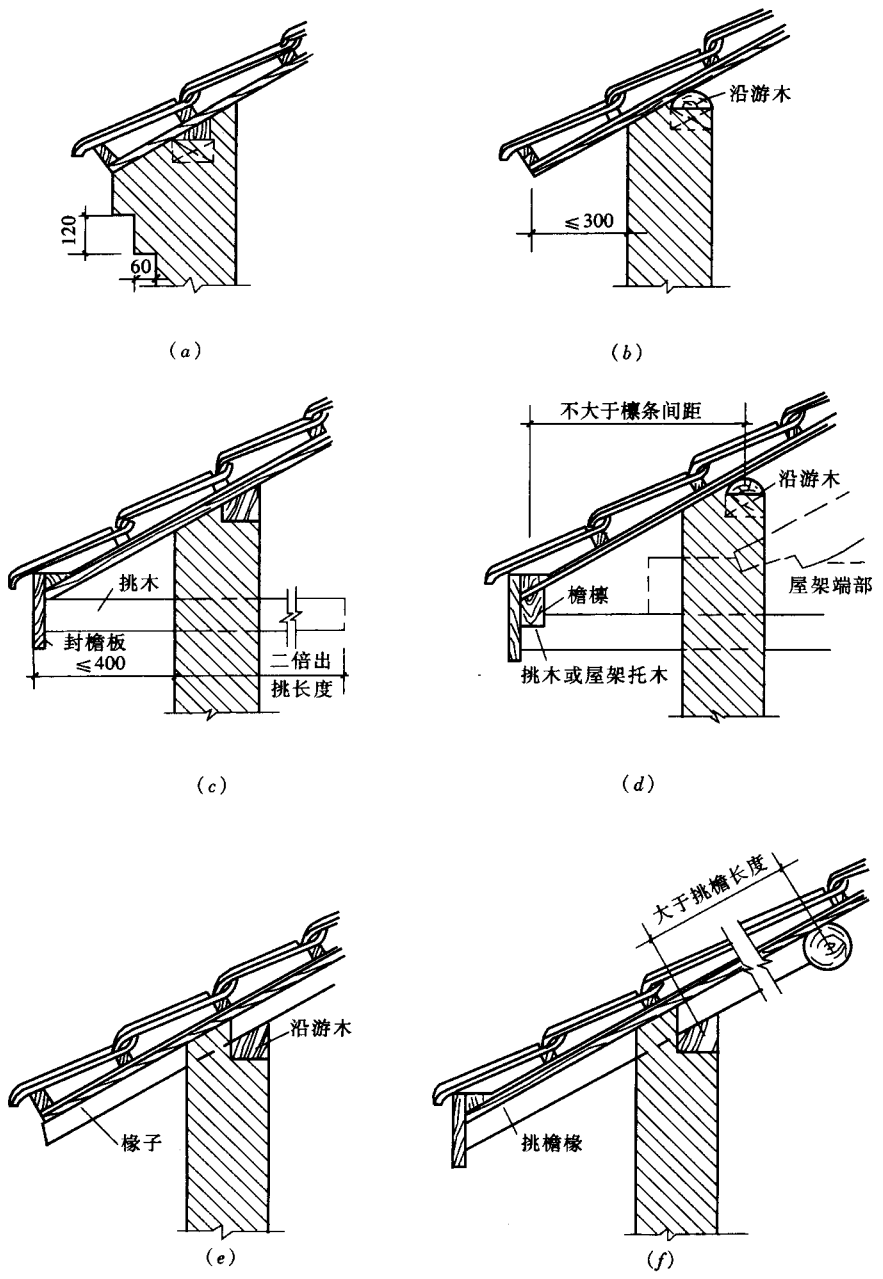


图 4-2-2-9　由不同构件出挑形成外伸的檐口

(a) 砖挑檐；(b) 屋面板挑檐；(c) 挑檐木挑檐；
(d) 挑檩檐口；(e) 挑椽檐口；(f) 檩式屋顶加挑椽檐口

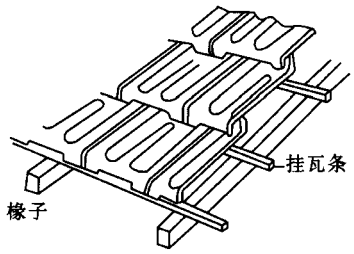


图 4-2-2-10　冷摊瓦屋面构成示意

人造高分子透光材料等（图 4-2-2-11 ~ 图 4-2-2-15）。其中常用波形瓦有纤维水泥波瓦、镀锌铁皮波瓦、铝合金波瓦、玻璃钢波瓦以及压型薄钢板波瓦等。其平面尺寸各有自己的规格，一般宽度为 600 ~ 1000mm，长度为 1800 ~ 2800mm，厚度较薄。上下左右需有一定的搭接，由于每张瓦的覆盖面积大，屋面坡度可比瓦屋面小些，一般常用坡度为 1/4 ~ 1/2.5 之间。其他的材料则应根据制造方所提供的说明合理使用。

（2）预设屋面基层的做法

预设屋面基层的做法是先在坡屋面的结构支承构件上面铺设各类板材，完成对建筑物顶部空间的封闭，而后再进行相关的防水、热工方面的处理。对大量装配式的屋面支承构件，如屋架、斜梁等，所用基层屋面板有天然木板、人造叠合层板、各种天然材料纤维或碎片的胶合板、加气混凝土板、大型钢筋混凝土预制屋面板等等。另外，也可以用现浇整体式的施工方法将屋面板和其他屋面支承构件一起浇筑为一体化的钢筋混凝土屋面，其结构布置可以参照现浇整体式的楼板，其屋面刚度要优于装配式的坡屋顶（图 4-2-2-16 ~ 图 4-2-2-18）。

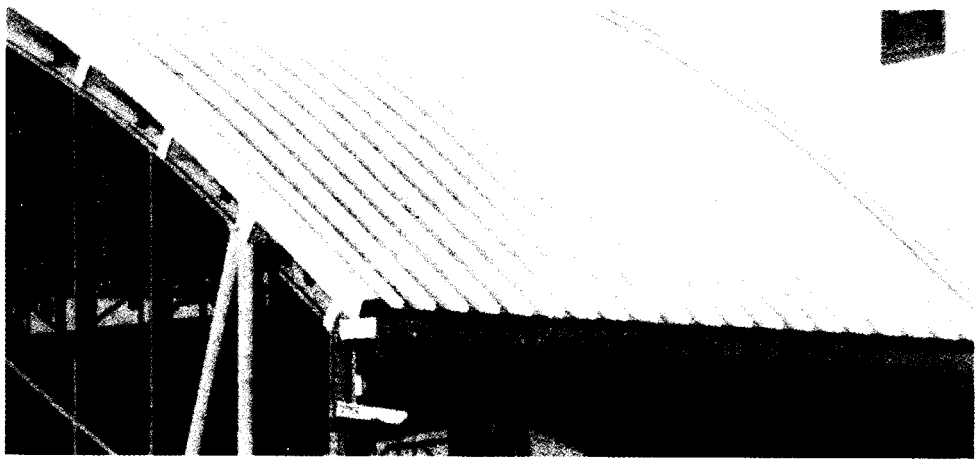
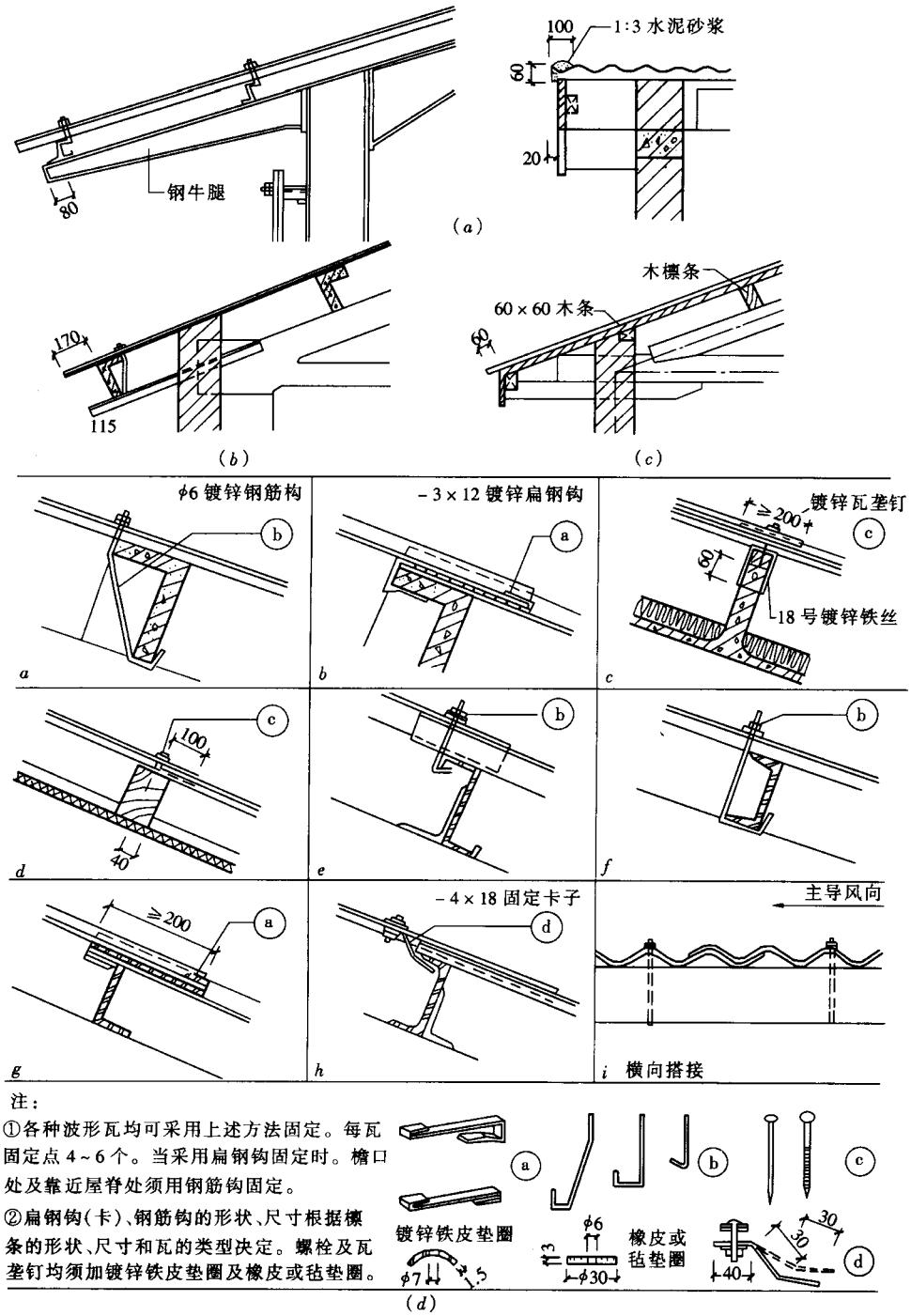


图 4-2-2-11　压型薄钢板波瓦屋面实例

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



注：

①各种波形瓦均可采用上述方法固定。每瓦固定点4~6个。当采用扁钢钩固定时。檐口处及靠近屋脊处须用钢筋钩固定。

②扁钢钩(卡)、钢筋钩的形状、尺寸根据檩条的形状、尺寸和瓦的类型决定。螺栓及瓦垄钉均须加镀锌铁皮垫圈及橡皮或毡垫圈。

(d)

图 4-2-2-12　波形瓦安装示意

(a) 波形瓦与钢檩条的连接；(b) 波形瓦与钢筋混凝土檩条的连接；(c) 波形瓦与木檩条的连接；(d) 波形瓦与檩条的连接大样

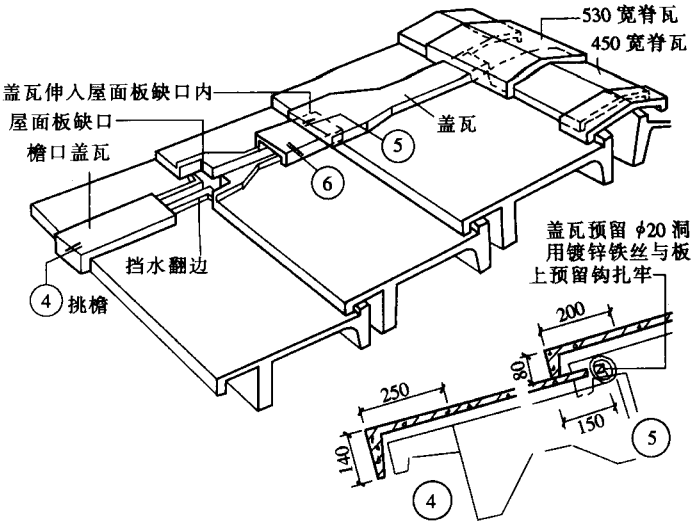
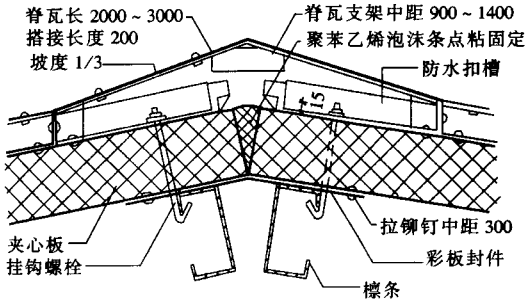
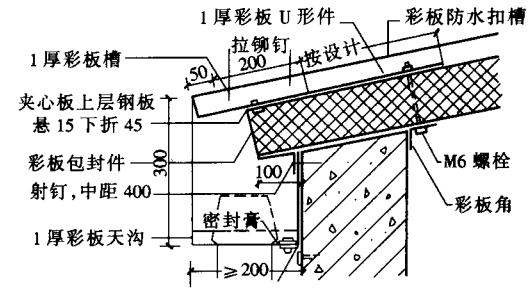


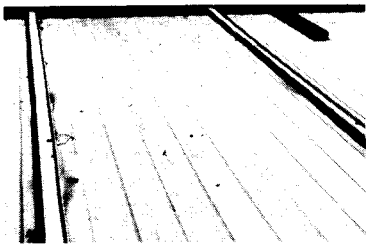
图 4-2-2-13　小型钢筋混凝土异型屋面板



(a)



(b)



(c)

图 4-2-2-14　夹心钢板瓦屋面

(a) 夹心钢板瓦屋面屋脊处节点；(b) 夹心钢板瓦屋面檐口处节点；(c) 夹心钢板瓦屋面实例

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



图 4-2-2-15　玻璃顶坡屋面建筑实例

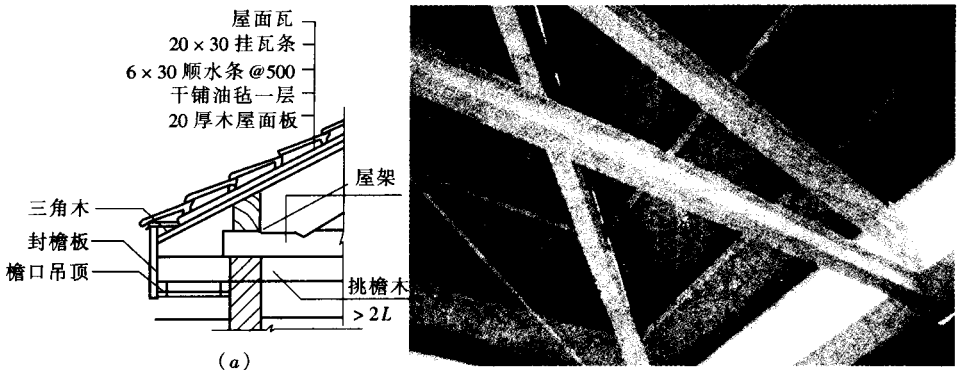


图 4-2-2-16　设木屋面板基层的坡屋顶

（a）设木屋面板基层的坡屋顶；（b）设木屋面板基层的坡屋顶实例

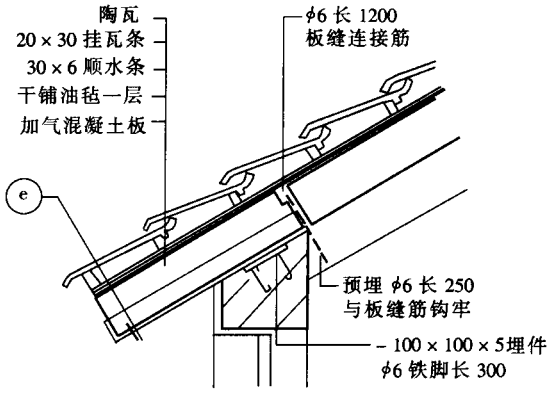


图 4-2-2-17　设加气混凝土板基层的坡屋顶



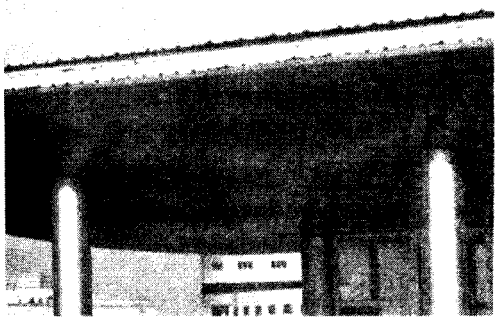
图 4-2-2-18　屋面板为现浇钢筋混凝土的坡屋面

2.2.2　平屋顶的基本构造

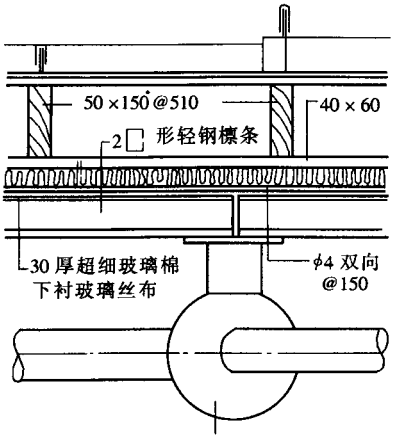
平屋面的基层构造与楼面基本相同，只是作为外围护结构，屋面板还应具有良好的防水与热工性能。有关内容将在以后的章节中仔细论述。

2.2.3　空间结构曲面屋顶的基本构造

空间结构的曲面屋顶，大多可以分解为近似平面的小局部。除了钢筋混凝土的薄壳以及膜结构的屋顶，本身已经形成覆盖外，其余屋顶的结构支承构件多为钢杆件。因其整体跨度大，要求自重小，所以通常会在结构杆件上布置薄腹型钢的檩条，而后覆盖压型钢板等轻型面材。图 4-2-2-19 为这种屋面做法的示意图。



（a）



（b）

图 4-2-2-19　大跨空间结构曲面屋顶面层做法

（a）大跨空间结构曲面屋顶实例；（b）大跨空间结构曲面屋顶面层做法举例

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

2.3　阳台、雨篷等部件的基本构造

阳台是有楼层的建筑物中，人可以直接到达的向室外开敞的平台。按阳台与外墙的相对位置关系，可分为挑阳台、凹阳台和半挑半凹阳台等几种形式。

雨篷是建筑物入口处位于外门上部用以遮挡雨水、保护外门免受雨水侵害的水平构件。与其作用相近似的部件还有遮阳。遮阳多是设置在外窗的外部，用来遮挡直射阳光的。遮阳的主体部分可以水平布置，也可以垂直布置。有一些遮阳

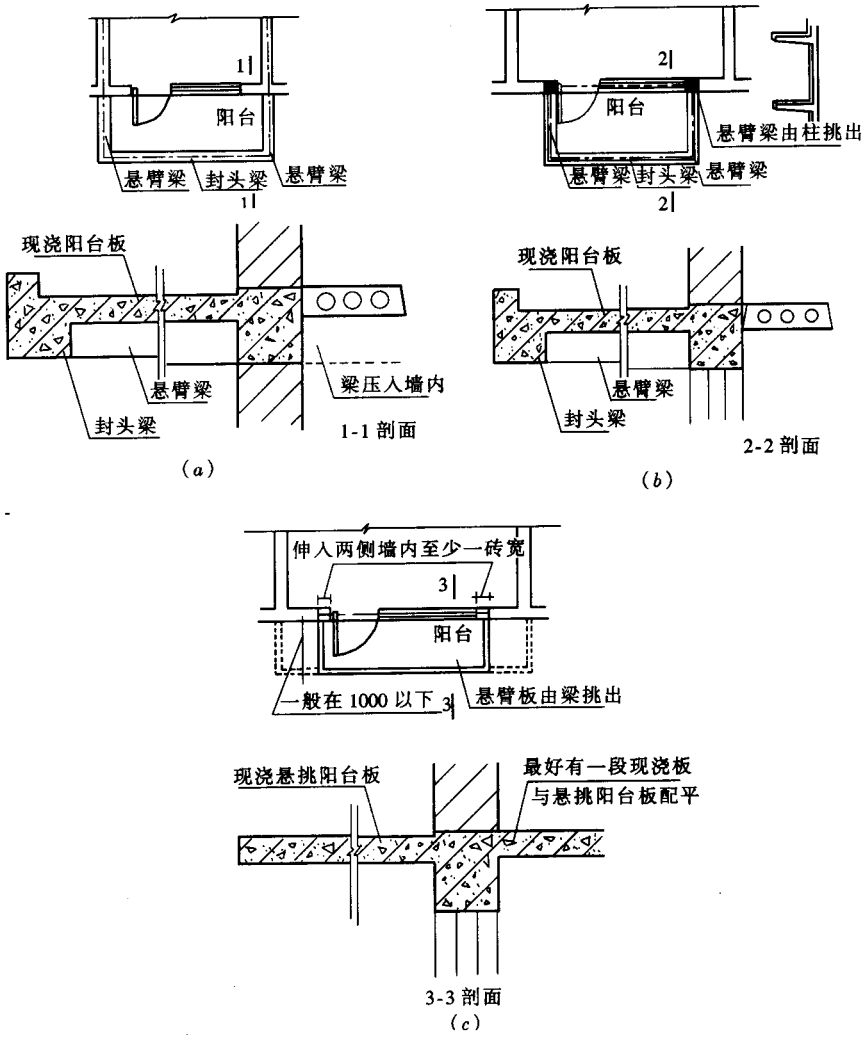


图 4-2-3-1　现浇悬挑阳台的构造方式

(a) 用梁出挑；(b) 用柱挑梁；(c) 挑板

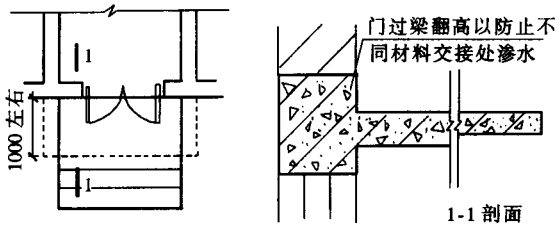
板可以成角度旋转，以针对一天中不同时段或是四季阳光不同的入射角。

除了全部作退台处理的阳台及本身具有落地的垂直支撑的阳台外，其他的阳台、雨篷、遮阳等都是出挑的构件。其结构形式分两大类，一类是悬挑的，一类是悬挂的。

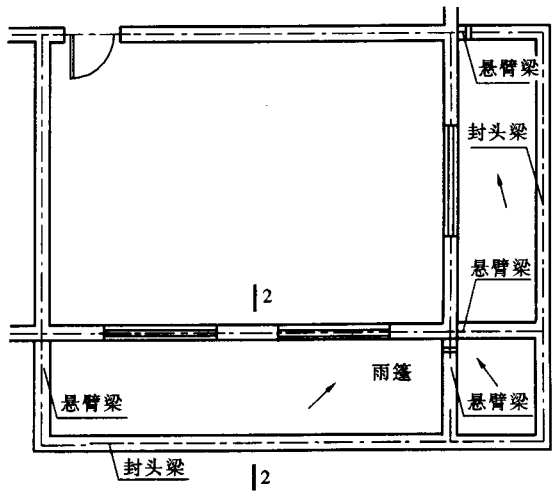
2.3.1　悬挑的阳台、雨篷、遮阳的基本构造

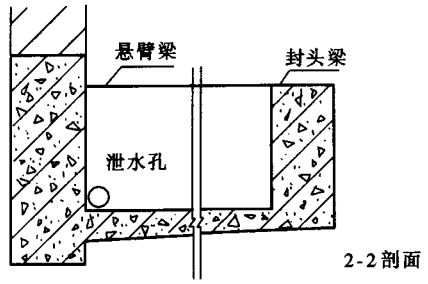
阳台、雨篷、遮阳等作悬挑处理时，其与建筑物主体相连的部分必须为刚性连接。对于钢筋混凝土的构件而言，如果出挑长度不大，大约在 1.2m 以下时，可以考虑作挑板处理；而当出挑长度较大时，则一般需要先有悬臂梁，再由其来支承板。

图 4-2-3-1 和图 4-2-3-2 分别介绍了几种常用的钢筋混凝土阳台和雨篷的出挑方式。对于结构专业的学生，着眼点可以主要放在悬挑构件出挑的可能性与建筑物主体的建筑以及结构布置的关联性上。例如图 4-2-3-1（*a*）中所示的阳台，其悬臂梁由房间两侧的墙体中伸出，因而阳台的宽度起码应当与两边墙体的外侧等宽。在结构高度方面，因为悬臂梁的端部应当有封头梁连接以增加结构刚度，因而从立面上看，阳台的最下部的标高应当是封头梁的底标高；而且根据建筑方面的有关规定，凌空的阳台外沿下方应当有所遮



（*a*）





（*b*）

可做翻梁以求得板底平整

图 4-2-3-2　悬挑雨篷的构造方式

（*a*）挑板雨篷；（*b*）挑梁雨篷

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

挡，所以图中的封头梁上方还有一小段突出物。又例如该图中（c）所示的阳台，悬臂板的弯矩由洞口上方的梁承担。因为对于混合结构墙上的洞口而言，其上方的梁起码应当伸入两侧墙体各一砖的长度，所以阳台宽度的决定也是有据可依的。此外，诸如图 4-2-3-2（a）中所示的门过梁与悬挑雨篷的相对高低位置关系，看上去可能会给结构配筋带来些许不便，但对于防水构造有着较大的意义，而且还为在雨篷下安装灯具，又不影响外门朝外开启提供了可能性。像这样的做法，在实际工程中需要各个工种的设计人员密切配合，才可能做到较为完美。

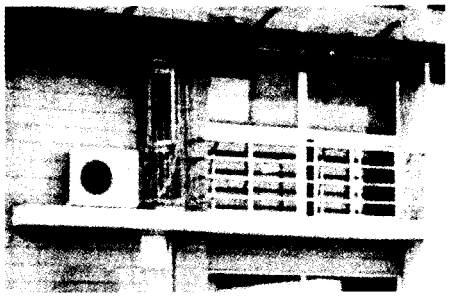


图 4-2-3-3　挑板阳台实例

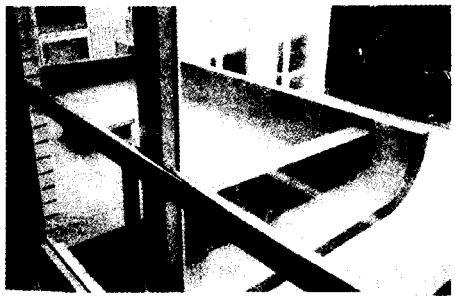


图 4-2-3-4　挑梁雨篷实例

图 4-2-3-3 和图 4-2-3-4 是两则悬挑阳台和雨篷的实例。其中雨篷的做法是将挑梁上翻，雨篷板卷起与封头梁连成一体，使得整个雨篷从下部看起来非常轻巧，是较好的处理方法。图 4-2-3-5 则是一例用悬挑钢构架支撑成组的可变动角度的遮阳板的实例。

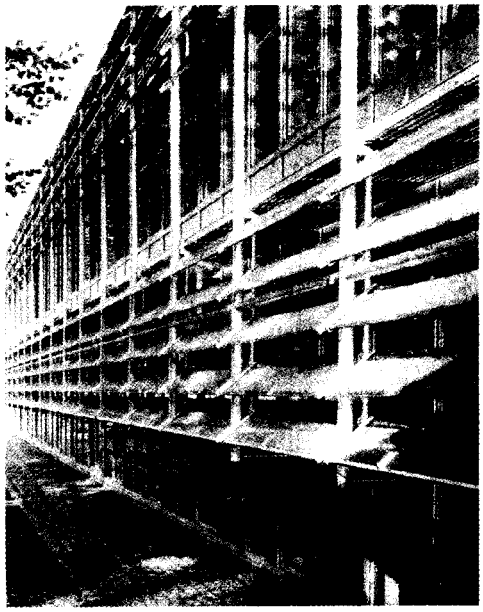


图 4-2-3-5　悬挑钢构架支撑可变角度遮阳

2.3.2　悬挂的阳台、雨篷、遮阳的基本构造

悬挂的阳台、雨篷、遮阳等采用的是装配的构件，尤其是采用钢构件。因为钢受拉的性能好，构造形式多样，而且可以通过工厂加工做成轻型构件，有利于减少出挑构件的自重，又容易同其他不同材料制作的构件组合，达到美观的效果，近年来应用有所增加。其同主体结构连接的节点往往为铰接，尤其是吊杆

的两端。因为纤细的吊杆一般只设计为承受拉应力，如果节点为刚性连接，在有负压时就有可能变成压杆，那样就需要较大的杆件截面，否则将会失稳。图 4-2-3-6 和图 4-2-3-7 是两则悬挂雨篷的实例。如果比较图 4-2-3-8 和图 4-2-3-9 的出挑构件的构成，可以很容易发现前者是由悬挑的梁和下部的斜撑支承的，而后者则是由斜拉筋悬挂的。



图 4-2-3-6　某建筑出入口处雨篷

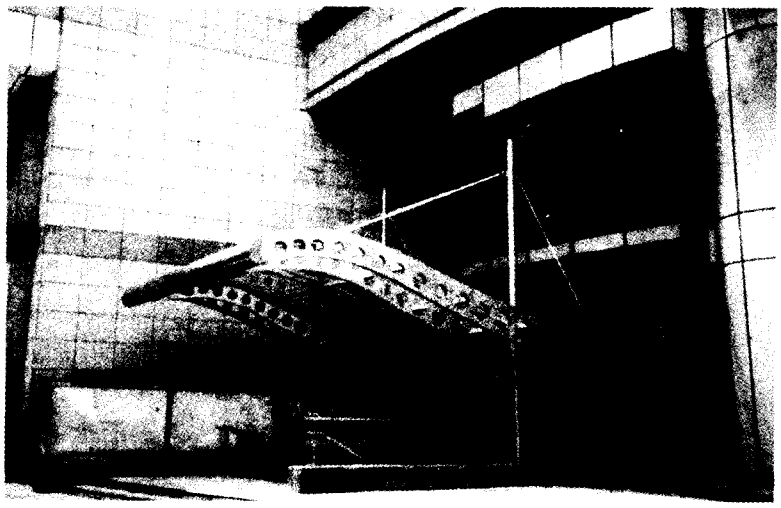


图 4-2-3-7　某地下通道入口处雨篷

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



图 4-2-3-8　某悬挑亲水平台实例

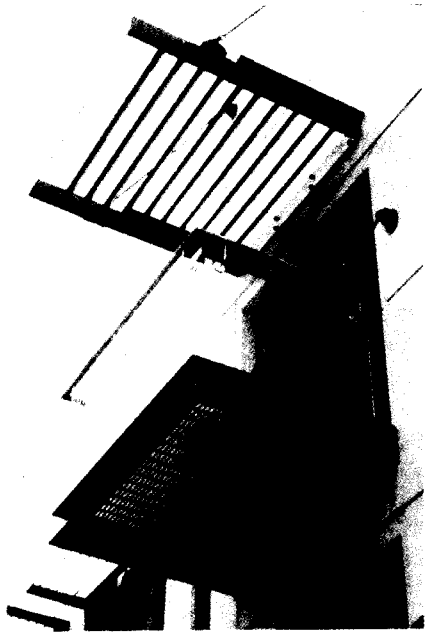


图 4-2-3-9　某悬挂阳台及雨篷实例

第3章　墙体的基本构造

3.1　墙体概述

3.1.1　建筑物墙体分类

建筑物的墙体依其在房屋中所处位置的不同，有内墙和外墙之分。凡位于建筑物周边的墙称外墙，凡位于建筑内部的墙称内墙。从对于建筑空间围合的作用来说，外墙属于房屋的外围护结构，起着界定室内外空间，并且遮风、挡雨、保温、隔热，保护室内空间环境良好的作用；内墙则用来分隔建筑物的内部空间。其中，凡沿建筑物短轴方向布置的墙称横墙，横向外墙可以通称为山墙，而不论建筑物是否采用坡屋顶；凡沿建筑物长轴方向布置的墙称纵墙，纵墙有内纵墙与外纵墙之分。在一片墙上，窗与窗或门与窗之间的墙称为窗间墙；窗洞下部的墙称为窗下墙或窗肚墙。

从结构受力的情况来看，墙体又有承重墙和非承重墙之分。在一幢建筑物中，墙体是否承重，应按其结构的支承体系而定。例如在骨架承重体系的建筑物中，墙体完全不承重，而在墙承重体系的建筑物中，墙体又可分为承重墙和非承重墙。其中，非承重墙包括隔墙、填充墙和幕墙。隔墙的主要作用是分隔建筑的内部空间，其自重由属于建筑物结构支承系统中的相关构件承担。填充在骨架承重体系建筑柱子之间的墙称为填充墙，填充墙可以分别是内墙或外墙，而且同一建筑物中可以根据需要用不同材料来做填充墙。幕墙一般是指悬挂于建筑物外部骨架外或楼板间的轻质外墙。处于建筑物外围护系统位置上的填充墙和幕墙还要承受风荷载和地震荷载。

根据墙体建造材料的不同，墙体还可分为砖墙、石墙、土墙、砌块墙、混凝土墙以及其他用轻质材料制作的墙体。其中黏土砖虽然是我国传统的墙体材料，但它越来越受到材源的限制，我国有很多地方已经限制在建筑中使用实心黏土砖。石材和生土往往只是作为地方材料在产地使用，价格虽低但加工不便。砌块墙是砖墙的良好替代品，由多种轻质材料和水泥等制成，例如加气混凝土砌块。混凝土墙则可以现浇或预制，在多、高层建筑中应用较多。鉴于预制装配式的钢筋混凝土大墙板承重体系的工艺现在并不经常使用，而现浇工艺所涉及的主要是结构方面的问题，因此本章节所讨论的内容将主要着眼于用中小型块材、轻质材料制作的墙体的基本构造以及常用外墙挂板和幕墙的构造原理，其中也包括一部

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

分钢筋混凝土的墙板。

3.1.2　墙体设计要求

在进行墙体设计时，应该依照其所处位置和功能的不同，分别满足以下的要求：

(1) 具有足够的强度和稳定性，其中包括合适的材料性能、适当的截面形状和厚度以及连接的可靠性；

(2) 具有必要的保温、隔热等方面的性能；

(3) 选用的材料及截面厚度，都应符合防火规范中相应燃烧性能和耐火极限所规定的要求；

(4) 满足隔声的要求；

(5) 满足防潮、防水以及经济等方面的要求。

3.2　砌体墙的基本构造

3.2.1　常用砌体材料及规格

砌体墙所用材料主要分为块材和粘结材料两部分。砌筑用的块材多为刚性材料，即其力学性能中抗压强度较高，但抗弯、抗剪较差，这样的材料有普通黏土砖、石材、各类不配筋的水泥砌块等。当砌体墙在建筑物中作为承重墙时，整个墙体的抗压强度主要由砌筑块材的强度决定，而不是由粘结材料的强度决定的。砌筑块材的强度等级表示如下：

黏土砖：MU30、MU25、MU20、MU15、MU10、MU7.5；

石材：MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30、MU20、MU15、MU10；

水泥砌块：MU15、MU10、MU7.5、MU5、MU3.5。

常用砌筑块材的规格为：

标准机制粘土砖：其实际尺寸为240mm（长）×115mm（宽）×53mm（厚）；在工程中，通常以其构造尺寸为设计依据，即与砌筑砂浆的厚度加在一起综合考虑。以10mm为一道灰缝估算的话，墙身尺寸的比值关系“砖厚加灰缝/砖宽加灰缝/砖长”之间就形成了1:2:4的比值。所以我们通常认为一皮砖的厚度是60mm；一砖墙的厚度是240mm；半砖墙的厚度是120mm，3/4砖墙的厚度是180mm（承重砖墙的厚度不得小于180mm）。但在砖的砌筑长度方面两块砖之间还要加上一道灰缝，所以一砖半是370mm，两砖是490mm，其余依此类推（图4-3-2-1）。了解这种规律有利于在设计时选择合适的墙体尺寸，尤其是长度较小的墙段的几何尺寸，尽量避免施工时斩砖。

承重多孔砖：其实际尺寸为240mm（长）×115mm（宽）×90mm（厚）及

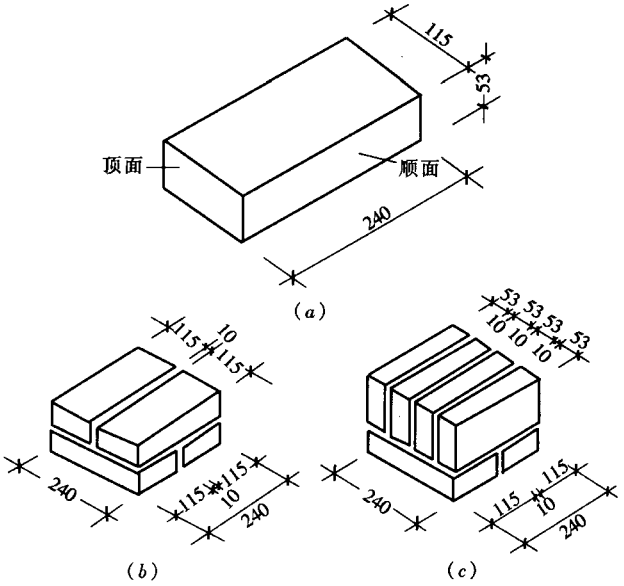


图 4-3-2-1　标准机制砖的尺寸

（a）标准砖；（b）砖的组合；（c）砖的组合

190mm（长）×190mm（宽）×90mm（厚）等；

水泥砌块：各地规格不统一，其中混凝土小型空心砌块的常见尺寸为 190mm×190mm×390mm，辅助块尺寸为 90mm×190mm×190mm 和 190mm×l90mm×90mm 等；粉煤灰硅酸盐中型砌块的常见尺寸为 240mm×380mm×880mm 和 240mm×430mm×850mm 等。蒸压加气混凝土砌块则长度多为 600mm，其中 a 系列宽度为 75mm、100mm、125mm 和 150mm，厚度为 200mm、250mm 和 300mm；b 系列宽度为 60mm、120mm、180mm 等，厚度为 240mm 和 300mm。

图 4-3-2-2～图 4-3-2-4 是各种常用的砌筑块材。

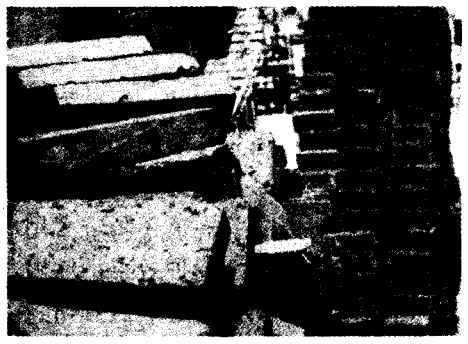


图 4-3-2-2　标准机制砖及承重多孔砖

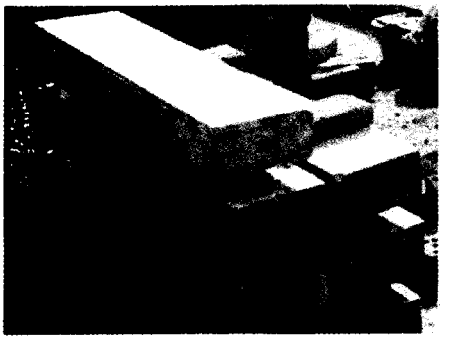
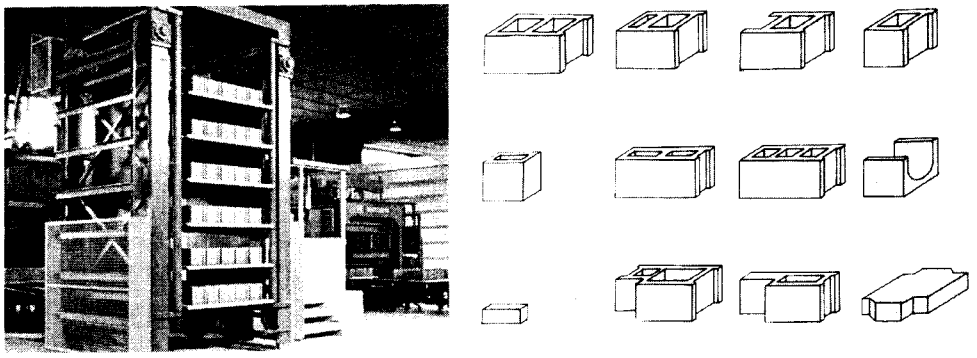


图 4-3-2-3　粉煤灰硅酸盐中型砌块

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



(a)　　(b)

图 4-3-2-4　混凝土空心小砌块

(a) 混凝土空心小砌块在工厂的生产；(b) 各种规格的混凝土小型砌块

常用粘结材料的主要成分是水泥、黄砂以及石灰膏。可以按照需要选择不同的材料配合以及材料级配（即重量比）。其中采用水泥和黄砂配合的叫做水泥砂浆，其常用级配（水泥:黄砂）为 1:2、1:3 等；在水泥砂浆中加入石灰膏就成为混合砂浆，其常用级配（水泥:石灰:黄砂）为 1:1:6、1:1:4 等。水泥砂浆的强度要高于混合砂浆，但其和易性（即保持合适的流动性、黏聚性和保水性，以达到易于施工操作，并成型密实、质量均匀的性能）不如混合砂浆。砂浆的强度等级分为：M0.4、M1.0、M2.5、M5.0、M7.5、M10、M15 等 7 个等级。

3.2.2　砌体墙的砌筑方式及洞口处理

1. 砌筑砂浆和砌筑方式对砌体墙的影响

砌体墙作为承重墙，按照有关规定，在底层室内地面 ±0.000 以下应用水泥砂浆砌筑。因为水泥砂浆的强度高，而且防水性能好，但在 ±0.00 以上则应该用混合砂浆砌筑。因为混合砂浆的强度虽不如水泥砂浆，但水泥砂浆是水硬性的材料，在施工过程中所含的水分很容易因为砖石或砌块的吸水率较高而丢失，因而不能在正常条件下结硬，而混合砂浆是气硬性的材料，和易性又较好，比较容易达到所需的强度。虽然砌体墙的强度主要是由砌块的强度决定的，但砂浆是砌体墙中的薄弱环节，在地震等灾害发生的条件下，砌体墙最先开裂的部分就是灰缝。在正常使用情况下，建筑结构的细小变形或者建筑物的热胀冷缩也可能造成墙体错动，这时灰缝处也容易出现裂缝，造成渗漏。所以相关规范还限定了用水泥砂浆砌筑的墙体每天的砌筑高度，都是为了安全和达到良好围护效果的原因。

正因为砌筑砂浆是砌体墙中的薄弱环节，所以砌块在砌筑时必须做到错缝搭接，避免通缝，横平竖直，砂浆饱满。无论砌块材料是砖、石，还是砌块，都应遵循这一原则。

图 4-3-2-5 是普通黏土砖的组砌方法。习惯上将砖的侧边叫做“顺”，而将其顶端叫做“丁”。中国历史上有“秦砖汉瓦”的说法，关于砖墙的砌筑方法不胜枚举，可以作为一种参考。即使完全取消砖块的使用后，有时用仿砖的饰面砖来做装修时，这种肌理也还是有用的。对照图 4-3-2-6 中（a）的砖砌墙和（b）的仿砖砌的钢筋混凝土外墙板的表面肌理，足见一斑。

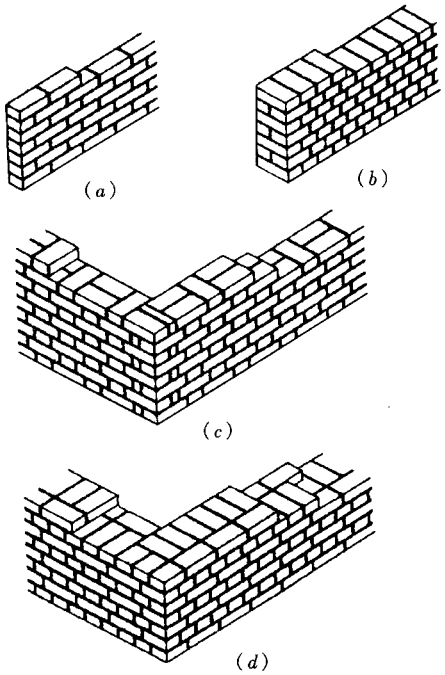


图 4-3-2-5　普通黏土砖的组砌
（a）全顺砌法；（b）全丁砌法；
（c）丁、顺夹砌；（d）一顺一丁

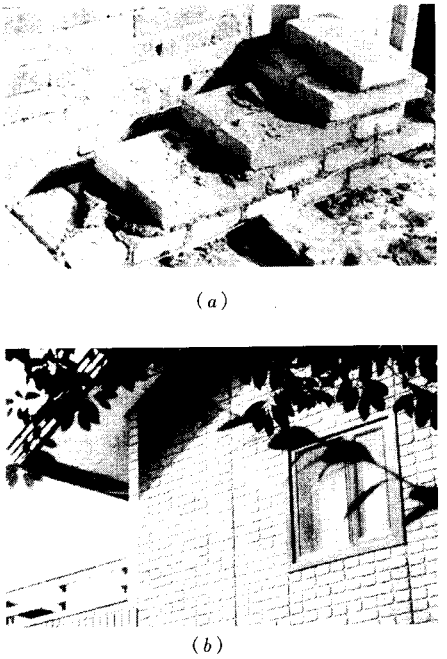


图 4-3-2-6　砖的砌筑肌理在墙板上的应用
（a）普通黏土砖的砌筑过程实例；（b）仿砖的钢筋混凝土外墙板表面肌理

对于空心水泥砌块来说，要做到灰缝砂浆饱满并不容易。因为除去孔洞外，砌块两侧的壁厚通常只有各 30mm 左右，而且砌筑时上一皮砌块的重量往往容易将砂浆挤入孔洞内。所以，用砂浆来粘结的空心砌块砌体墙的灰缝较容易开裂。其实，空心砌块的最适宜的用途是做配筋砌体。即在错缝后上下仍保持对齐的孔洞中插入钢筋，同时在每皮或隔皮砌块间的灰缝中置入钢筋网片，每砌筑若干皮砌块后就在所有孔洞中灌入细石混凝土。这样，空心砌块可以被认为同时充当了混凝土的模板。像这样的配筋砌体墙虽不及现浇的钢混凝土剪力墙的水平抗剪能力，但整体刚度大大优于普通的砌体墙，可以使砌体墙承重的建筑物的高度得到较大的提升（图 4-3-2-7）。

有一些水泥砌块的体积远较砖块为大，故墙体接缝更显得重要。在中型砌块的两端一般设有封闭式的灌浆槽，在砌筑、安装时，必须使竖缝填灌密实，水平

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

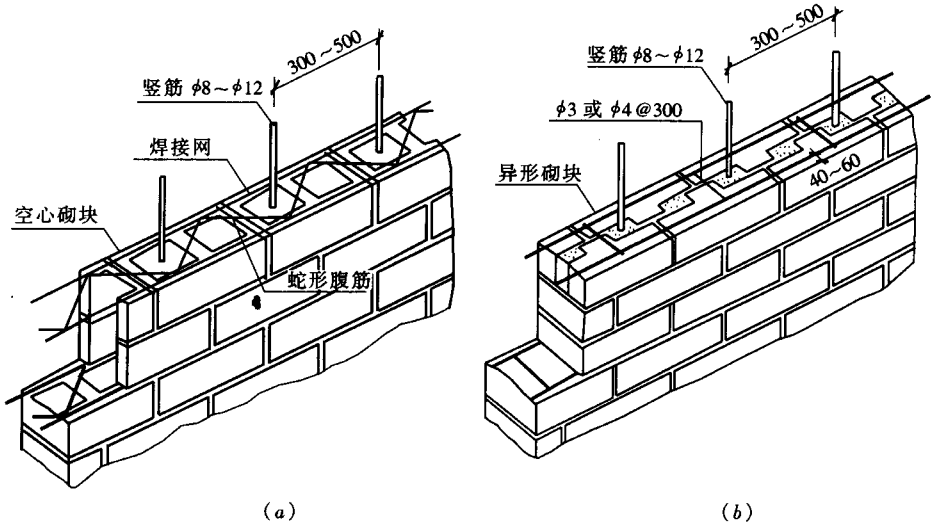


图 4-3-2-7　用空心砌块做配筋砌体

（a）在空心砌块孔洞及皮间布筋；（b）在异形砌块围合成的孔洞及皮间布筋

缝砌筑饱满，使上、下、左、右砌块能更好地连接；一般砌块需采用 M5 级砂浆砌筑，水平灰缝、垂直灰缝一般为 15～20mm。当垂直灰缝大于 30mm 时，须用 C20 细石混凝土灌实。中型砌块上下皮的搭缝长度不得小于 150mm。当搭缝长度不足时，应在水平灰缝内增设钢筋网片，如图 4-3-2-8 所示。

为了减少施工过程中砌筑砂浆中水份过早的丢失，通常需要提前将砌筑块材进行浇水处理，待其表面略干后，再行砌筑。在炎热的气候条件下，还要对砂浆尚未结硬的墙体采取洒水等养护措施。

2. 砌体墙作为填充墙的构造要点

当砌体墙作为填充墙使用时，其构造要点主要体现在墙体与周边构件的拉结、合适的高厚比、其自重的支承以及避免成为承重的构件。其中前两点涉及到墙身的稳定性，后两点涉及到结构的安全性。

在骨架承重体系的建筑中，柱子上面每 500mm 高左右就会留出拉结钢筋来，以便在砌筑填充墙时将拉结钢筋砌入墙体的水平灰缝内（图 4-3-2-9）。拉结筋不少于 2φ6，深入墙内距离一、二级框架沿全长设置；三、四级框架不小于 1/5 墙长，并不小于 700mm。如果是针对混合结构体系的后砌隔墙，则最好是在新砌墙两端原有的墙体上有间隔地掏去部分砌筑块材（形成马牙槎），使得新墙体砌筑时有可能局部嵌入原有墙体，做到新旧墙体有效搭接。

高厚比是牵涉到砌体墙稳定性的重要因素。高大的填充墙虽然有可能通过增加厚度来达到稳定的目的，但这样势必会增加填充墙的自重。需要时可以采取构造方法来解决。图 4-3-2-10 所示的砌体墙中，局部添加了钢筋混凝土的小梁（见

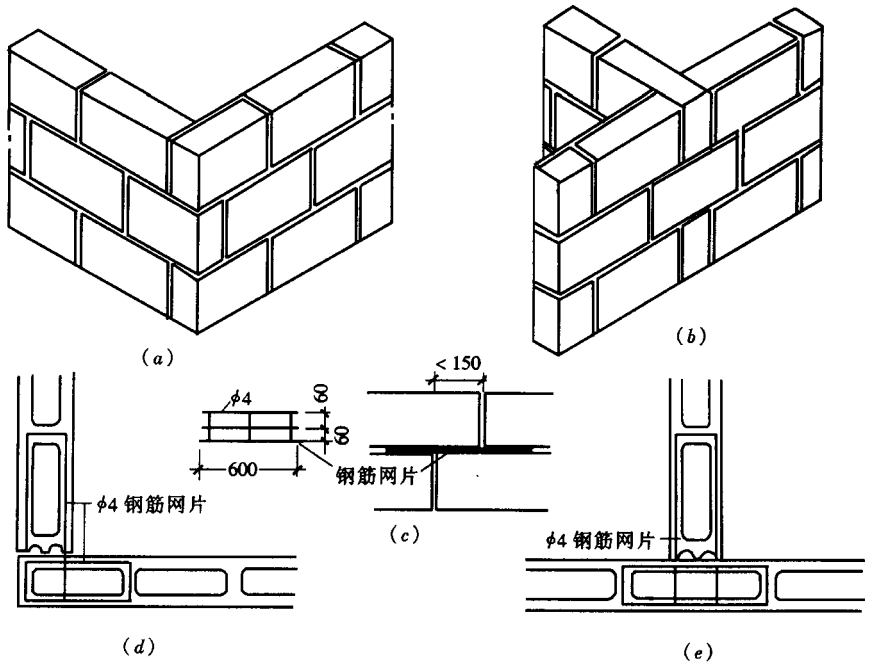


图 4-3-2-8　砌块墙体砌块搭接处钢筋网片的设置方法

（a）砌块墙转角轴测；（b）砌块墙内外墙相交处轴测；（c）从立面看网片放置位置；（d）转角处网片放置位置；（e）墙体交叉处网片放置位置

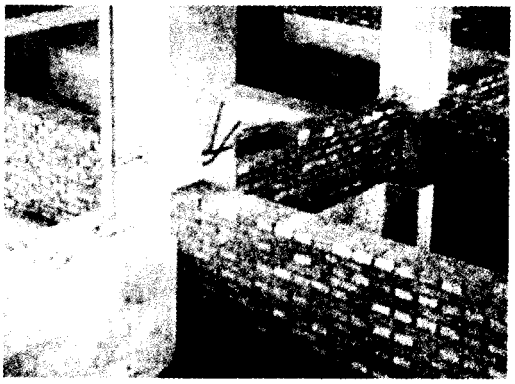
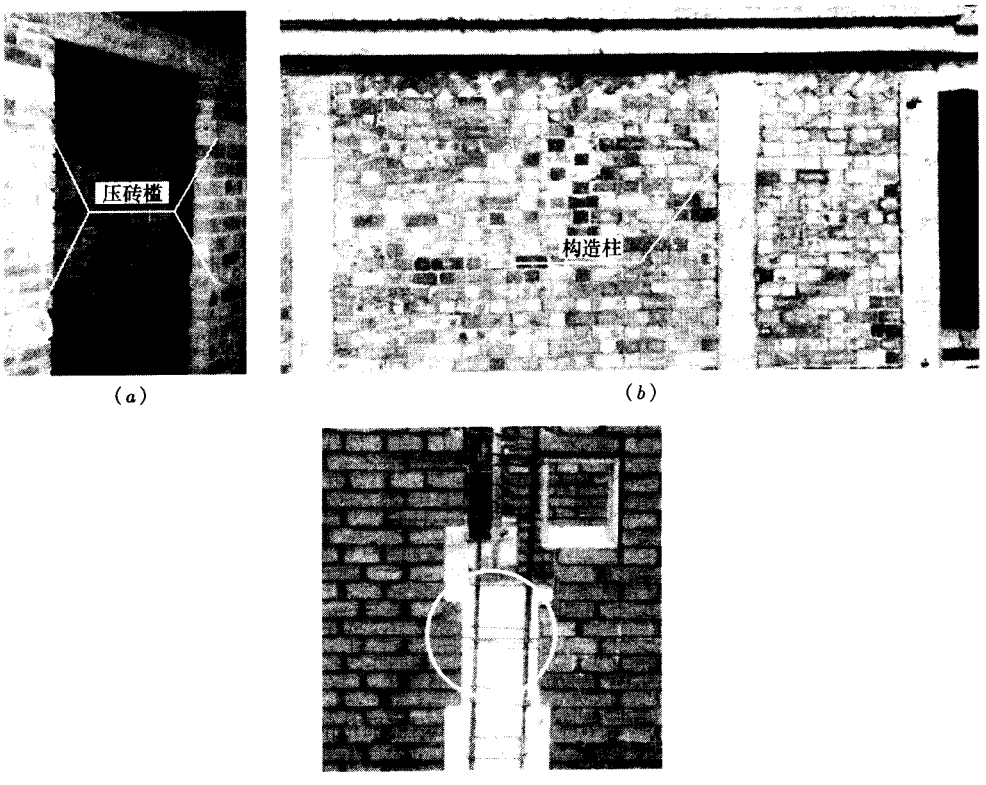


图 4-3-2-9　结构柱上预留拉结钢筋

a）或者构造柱（见 b）。其中的小梁又可称为压砖槛，是指每隔一定高度就在墙身中浇筑约 60 厚的配筋细石混凝土，内置 2φ6 的通长钢筋。例如砖墙高度不宜超过 4m，长度不宜超过 5m，否则每砌筑 1.2m 的高度，就应该做一道压砖槛。如有可能，该钢筋可与从填充墙两端柱子中伸出的拉结筋绑扎连通，这样相当于分段降低了填充墙的高度，既不必增加墙的厚度，又保证了其稳定性。同样，在填充墙中增加构造柱，构造柱是与墙体同步施工的，如图 4-3-2-10（c）中所示的那样，从构造柱中每隔一定距离就伸出拉结筋与分段的墙体拉结，这样也就加强了整段墙体的稳定性。添加钢筋混凝土的压砖槛以及构造柱的方法，可以在高大的填充墙体中同时使用。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



（a）　（b）

（c）

图 4-3-2-10　高大填充墙中设置压砖槛及构造柱

（a）压砖槛设置实例；（b）构造柱设置实例；（c）构造柱施工顺序以及拉结筋配置情况

砌体墙所用的砌筑块材的重量一般都较大，在骨架承重体系建筑物中添加填充墙或是在混合结构体系建筑物中添加隔墙，都应当考虑其下部的构件是否能够支承其自重。例如楼板如果是采用的预制钢筋混凝土多孔板，则原来在工厂预制时是按照板面均布荷载来设计的，在跨中不允许有较大的集中荷载。那么，楼层的某些位置就不能够添加像这样自重较大的填充墙或是重隔墙。

此外，为了保证填充墙上部结构的荷载不直接传到该墙体上，即保证其不承重，当墙体砌筑到顶端时，应该像图 4-3-2-10（b）中所示的那样，将顶层的一皮砖斜砌。

3. 砌体墙的洞口处理

（1）砌体墙留洞口的限制

砌体墙上通常必须按需要留出门窗洞口。对于某一道承重墙来说，洞口的水平截面面积不应超过墙体水平截面面积的 50%。同时，开洞后窗间墙和转角墙的宽度都应当符合建筑物所在地区的相关抗震规范。例如，7 度设防时窗间墙宽度不得小于 1000mm，等等，可参照下表 4-3-2-1。如果洞口较大，例如 8 度设防

时洞口宽度超过 2100mm，则应当在其两侧各设一道构造柱。

房屋的局部尺寸限值（m）　　表 4-3-2-1

序号	部　　位	烈　　度			
		6 度	7 度	8 度	9 度
1	承重窗间墙最小宽度	1.0	1.0	1.2	1.5
2	承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	1.0	1.0	1.5	2.0
3	非承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	1.0	1.0	1.0	1.0
4	内墙阳角至门窗洞口边最小距离	1.0	1.0	1.5	2.0
5	无锚固女儿墙（非出入口处）的最大高度	0.5	0.5	0.5	0.0

注：本表格序号为 2，3，4 的，当另设有构造柱、芯柱或横向配筋时，可适当放宽至按表上的 80%取值；墙的高度从屋盖最高拉结点算起。

（2）洞口上方过梁构造

为了支承洞口上部砌体所传来的各种荷载，并将这些荷载传给窗间墙，常在门、窗洞孔上设置横梁，该梁称过梁。一般说，由于砌筑块材之间错缝搭接，过梁上墙体的重量并不全部压在过梁上，仅有部分墙体重量传给过梁，即图 4-3-2-11 中三角形部分的荷载。只有当过梁的有效范围内出现集中荷载时，才另行考虑。

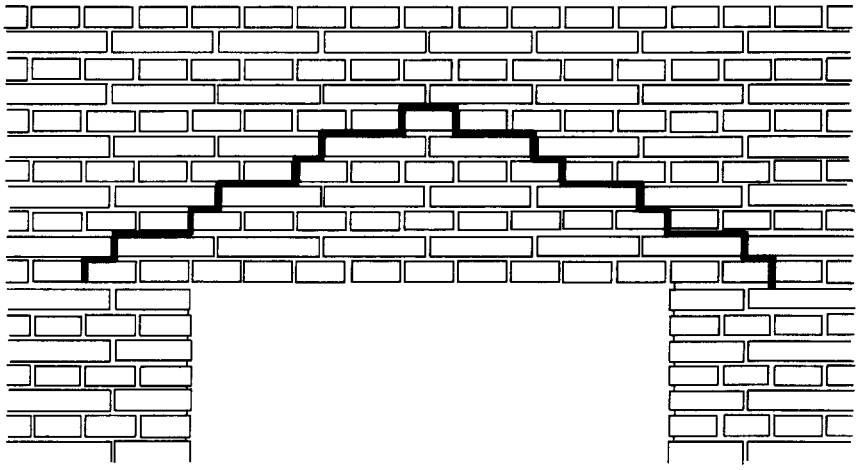
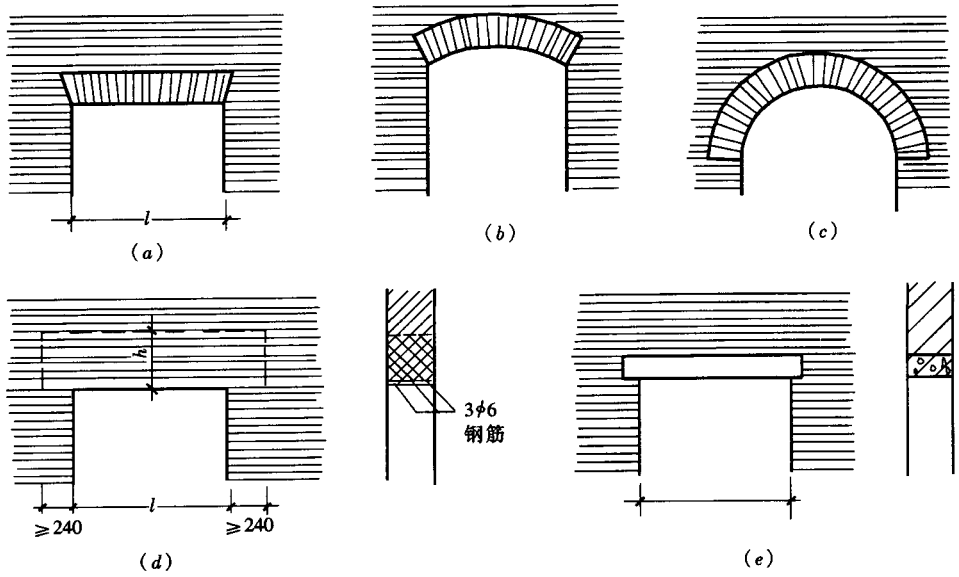


图 4-3-2-11　墙体洞口上方荷载的传递情况

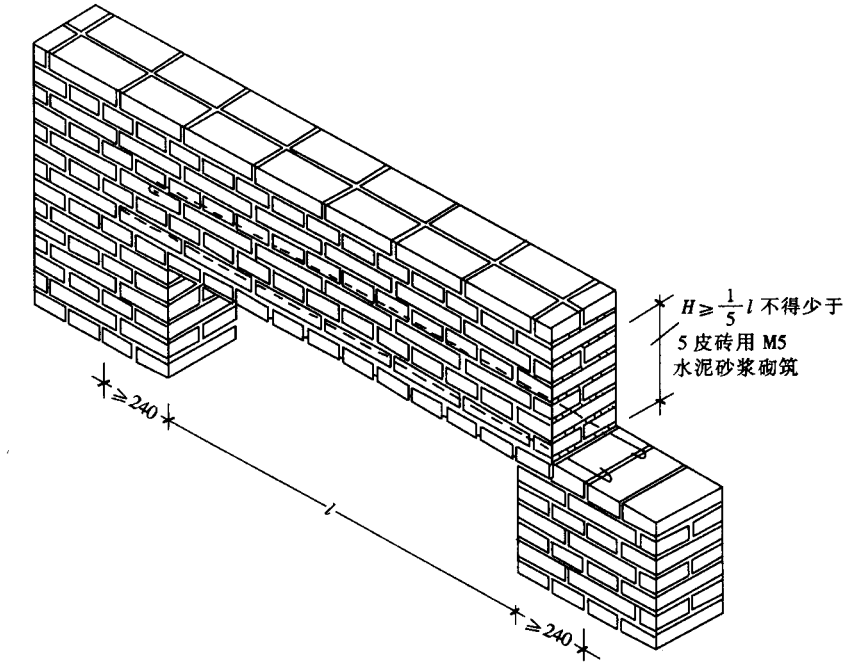
过梁的形式较多，但常见的有砖拱（平拱、弧拱和半圆拱）、钢筋砖过梁和钢筋混凝土过梁等，如图 4-3-2-12 所示。

其中砖拱是我国传统式做法，其跨度最大可达 1.2m，当过梁上有集中荷载或振动荷载时，不宜采用；在需要抗震设防的地区，也不应使用。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



（h 高度范围内用 M5 砂浆砌筑，h 不小于 $1/4l$）



(f)

图 4-3-2-12　常见过梁形式及构造要求

（a）平拱；（b）弧拱；（c）半圆砖拱；（d）钢筋砖过梁；（e）钢筋混凝土过梁；（f）钢筋砖过梁钢筋放置情况及砌筑要求

钢筋砖过梁多用于跨度在 2m 以内的清水墙的门窗洞孔上。它按每一砖厚墙配 2～3 根 ϕ6 钢筋，并放置在第一皮砖和第二皮砖之间，亦可放置在第一皮砖下的砂浆层内。为使洞孔上部分砌体与钢筋构成过梁，常在相当于 1/5 洞口宽度的高度范围内（一般为 5～7 皮砖）用 M5 级水泥砂浆砌筑。

钢筋混凝土过梁一般不受跨度的限制。过梁宽与墙厚相同，高度应与所用的砌筑块材有一定的相关关系，否则影响整个墙面的继续砌筑。例如位于普通砖墙的门窗洞口上方的过梁，其常用的高度为 60、120、180、240mm 等等。过梁在洞口两端的搁置长度也应该作同样的考虑。例如在普通砖墙上，过梁的搁置长度应不小于 240mm，9 度抗震设防时应不小于 360mm。

（3）洞口下方窗台构造

当室外雨水沿窗扇下淌时，为避免雨水聚积窗下并侵入墙身且沿窗下槛向室内渗透，可以于窗下靠室外一侧设置泻水构件——窗台。窗台须向外形成一定坡度，以利排水。

窗台有悬挑窗台和不悬挑窗台两种。悬挑窗台可以用改变墙体砌体的砌筑方式的方法，使其局部倾斜并突出墙面。例如砖砌体采用顶砌一皮砖的方法，悬挑 60mm，外部用水泥砂浆抹灰，并于外沿下部做出滴水线设置窗台。做滴水的目的在于引导上部雨水沿着所设置的槽口聚集而下落，以防雨水影响窗下墙体，如图 4-3-2-13 所示。此外还有预制的窗台构件，如图 4-3-2-14 所示的金属的窗套构件，结合双层外墙板安装，是预先设计并在工厂成型。

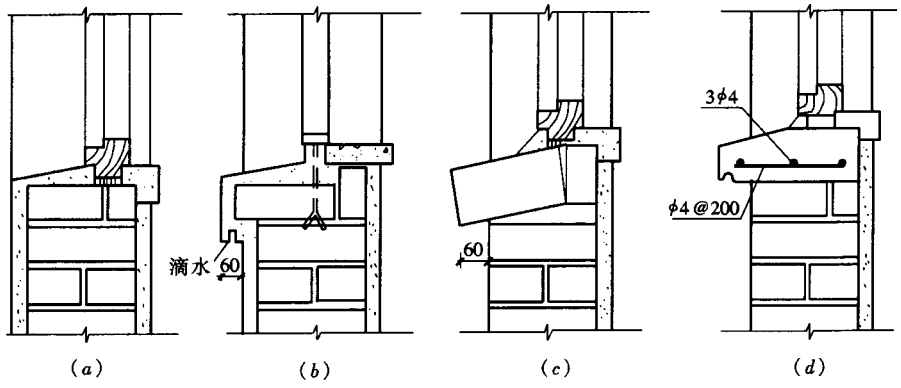


图 4-3-2-13　砖墙窗台构造

（a）不悬挑窗台；（b）粉滴水的悬挑窗台；（c）侧砌砖窗台；（d）预置钢筋混凝土窗台

从实践中发现，悬挑窗台不论是否作了滴水处理，对不少采用抹灰的墙面，往往绝大多数窗台下部墙面都出现脏水流淌的痕迹，影响立面美观。为此，不少的建筑取消了悬挑窗台，代之以不悬挑的仅在上表面抹水泥砂浆斜面的窗台。由于窗台不悬挑，一旦窗上水下淌时，便沿墙面流下，而流到窗下墙上的脏迹，大多借窗上不断流下的雨水冲洗干净，反而不易留下污渍。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

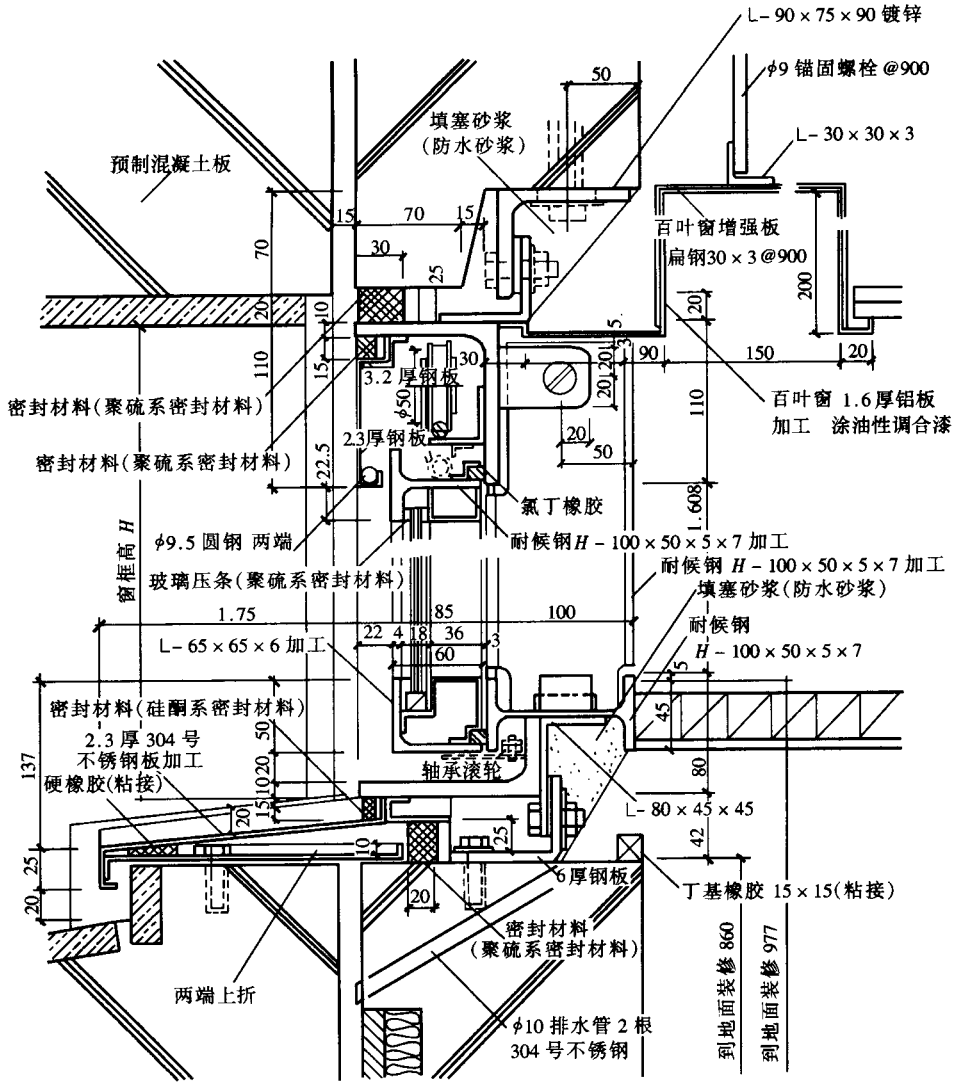


图 4-3-2-14　金属窗套实例

3.2.3　混合结构建筑墙体的抗震措施

从本书第 3 篇第 1 章中已可得知，混合结构是以砌体墙作为竖向承重分体系，来支承由其他材料（例如钢筋混凝土、钢筋混凝土组合材料或木构件等）构成的屋盖系统或楼面及屋盖系统的一种常用的结构形式。根据本章节的陈述，又可以得知砌体墙的砌筑块材应以抗压强度为其基本力学特征，而且砌筑砂浆是砌体墙中的薄弱环节。那么，在这样的建筑物中，一旦有地震灾害发生，由地震波

引起的水平分力就将对结构造成极大的威胁。因为建筑物的墙体在地震波的作用下将不得不受剪、受弯，而这正是最容易造成砌体墙开裂甚至倒塌的原因。如果建筑物的竖向承重分体系因此而遭到破坏，整栋建筑物就将面临彻底毁坏的命运。这是最不希望出现的情况。因此，针对砌体墙的受力特征，以砌体墙为垂直承重构件的混合结构建筑应当采取如下抗震措施：

1. 限高

一般情况下，房屋的层数和总高度不应超过表 4-3-2-2 的规定。对医院、教学楼等及横墙较少指同一楼层内开间大于 4.20m 的房间占该层总面积的 40%以上。多层砌体房屋，总高度应比表 7.1.2 的规定降低 3m，层数相应减少一层；各层横墙很少的多层砌体房屋，还应根据具体情况再适当降低总高度和减少层数。

房屋的层数和总高度限值（m）　　**表 4-3-2-2**

房屋类别		最小墙厚度（mm）	烈度							
			6		7		8		9	
			高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数
多层砌体	普通砖	240	24	8	21	7	18	6	12	4
	多孔砖	240	21	7	21	7	18	6	12	4
	多孔砖	190	21	7	18	6	15	5	—	—
	小砌块	190	21	7	21	7	18	6	—	—
底部框架-抗震墙		240	22	7	22	7	19	6	—	—
多排柱内框架		240	16	5	16	5	13	4	—	—

注：1. 房屋的总高度指室外地面到主要屋面板板顶或檐口的高度，半地下室从地下室室内地面算起，全地下室和嵌固条件好的半地下室应允许从室外地面算起；对带阁楼的坡屋面应算到山尖墙的 1/2 高度处；

2. 室内外高差大于 0.6m 时，房屋总高度应允许比表中数据适当增加，但不应多于 1m；

3. 本表小砌块砌体房屋不包括配筋混凝土小型空心砌块砌体房屋。

2. 设置圈梁和构造柱

在墙身中自下而上地与墙体同步施工，设置钢筋混凝土的圈梁和构造柱，使其互相连通，在墙体中形成一个内骨架，从而加强建筑物的整体刚度，是混合结构建筑墙体主要的抗震措施。

圈梁是沿着建筑物的全部外墙和部分内墙设置的连续封闭的梁。设置部位在建筑物的屋盖及楼盖处。表 4-3-2-3 按照不同的抗震设防等级给出了圈梁设置要求。

混合结构建筑墙体中的圈梁不同于骨架体系的梁那样先于填充墙完成，作为受弯构件承担楼面传来的荷载。圈梁是在墙体砌筑到适当高度时才连同构造柱一起整浇的。大部分圈梁都直接“卧”在墙体上，是墙体的一部分，与墙体共同承

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

重。因此圈梁只需构造配筋，当圈梁兼过梁时，或圈梁局部下面有走道等时，才需进行结构方面的计算和补强。

砖房现浇钢筋混凝土圈梁设置要求　　表 4-3-2-3

墙　类	烈　度		
	6、7度	8度	9度
外墙和内纵墙	屋盖处及隔层楼盖处	屋盖处及每层楼盖处	屋盖处及每层楼盖处
内横墙	同上；屋盖处间距不大于7m，楼盖处间距不大于15m，构造柱对应部位	同上；屋盖处沿所有横墙，且间距不大于7m，楼盖处间距不大于15m，构造柱对应部位	同上；各层所有横墙

钢筋混凝土圈梁必须全部现浇而且全部闭合，并最好能够在同一高度上闭合。当遇到门、窗洞口致使圈梁不能在同一高度闭合时，应设置附加圈梁，可以通过构造柱使得各段圈梁的钢筋连通。

圈梁的高度一般不小于120mm，构造配筋在6、7度抗震设防时为4ϕ8；8度设防时为4ϕ10；9度设防时为4ϕ12。箍筋一般采用ϕ4～ϕ6，按6、7度，8度，9度设防其间距分别为250，200和150mm。

构造柱一般设在建筑物易于发生变形的部位，如房屋的四角、内外墙交接处、楼梯间、电梯间、有错层的部位以及某些较长的墙体中部。构造柱必须与圈梁及墙体紧密联结。表4-3-2-4～表4-3-2-5分别是一般多层黏土砖房、多孔砖房以及小砌块房屋内构造柱的设置要求。

砖房构造柱设置要求　　表 4-3-2-4

房屋层数				设　置　部　位	
6度	7度	8度	9度		
四、五	三、四	二、三		外墙四角， 错层部位横墙与外纵墙交接处， 大房间内外墙交接处， 较大洞口两侧	7、8度时，楼、电梯间的四角；隔15m或单元横墙与外纵墙交接处
六、七	五	四	二		隔开间横墙（轴线）与外墙交接处，山墙与内纵墙交接处；7～9度时，楼、电梯间的四角
八	六、七	五、六	三、四		内墙（轴线）与外墙交接处，内墙的局部较小墙垛处；7～9度时，楼、电梯间的四角；9度时内纵墙与横墙（轴线）交接处

小砌块房屋芯柱设置要求　　表 4-3-2-5

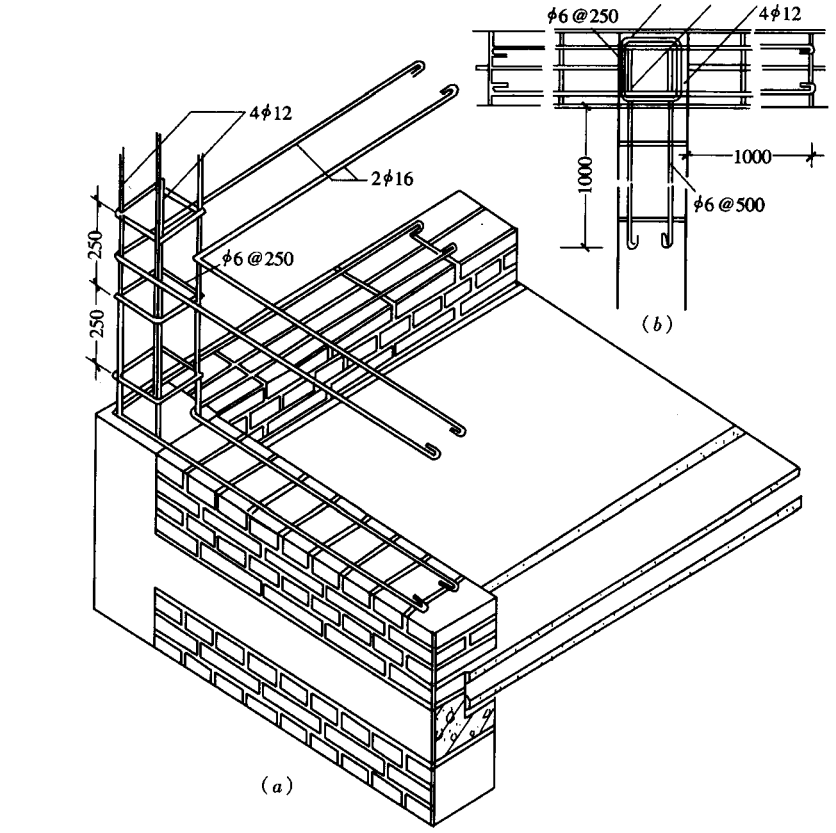
房屋层数			设置部位	设置数量
6度	7度	8度		
四、五	三、四	二、三	外墙转角，楼梯间四角；大房间内外墙交接处；隔 15m 或单元横墙与外纵墙交接处	外墙转角，灌实 3 个孔；内外墙交接处，灌实 4 个孔
六	五	四	外墙转角，楼梯间四角，大房间内外墙交接处，山墙与内纵墙交接处，隔开间横墙（轴线）与外纵墙交接处	
七	六	五	外墙转角，楼梯间四角；各内墙（轴线）与外纵墙交接处；8、9 度时，内纵墙与横墙（轴线）交接处和洞口两侧	外墙转角，灌实 5 个孔；内外墙交接处，灌实 4 个孔；内墙交接处；灌实 4～5 个孔；洞口两侧各灌实 1 个孔
	七	六	同上； 横墙内芯柱间距不宜大于 2m	外墙转角，灌实 7 个孔；内外墙交接处，灌实 5 个孔；内墙交接处，灌实 4～5 个孔；洞口两侧各灌实 1 个孔

注：外墙转角、内外墙交接处、楼电梯间四角等部位，应允许采用钢筋混凝土构造柱替代部分芯柱。

构造柱不单独承重，因此不需设独立基础，其下端应锚固于钢筋混凝土基础或基础梁内。在施工时必须先砌墙，墙体砌成马牙槎的形式，从下部开始先退后进，用相邻的墙体作为一部分模板。柱截面应不小于 180mm × 240mm。配筋为纵筋 4ϕ12，箍筋采用 ϕ4～ϕ6，间距不大于 250mm。在离圈梁上下不小于 1/6 层高或 450mm 范围内，箍筋需加密至间距 100mm。在构造柱与墙之间应沿墙高每 500mm 设 2ϕ6 钢筋连结，每边伸入墙内不少于 1000mm，如图 4-3-2-15 所示。

如果砌体采用空心砌块，即便墙体不是配筋砌体，也应该在对应砖墙设构造柱的位置将若干相邻砌块的孔洞作为配筋的芯柱来处理（图 4-3-2-16），用以代替构造柱。混凝土空心小砌块的芯柱最小截面不小于 130mm × 130mm。中型砌块芯柱最小截面为 150mm × 150mm。芯柱的配筋对小型砌块而言每孔 1ϕ12；对中型砌块而言，在 6、7 度抗震设防时 1ϕ14 或 2ϕ10，8 度设防时 1ϕ6 或 2ϕ12。芯柱的混凝土强度等级为小型砌块 C15，中型砌块 C20。混凝土一般可随着墙体的上升按照规定可以留施工缝的距离分段浇筑，但必须在应当设置圈梁的部位与圈梁浇筑为整体（图 4-3-2-17）。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



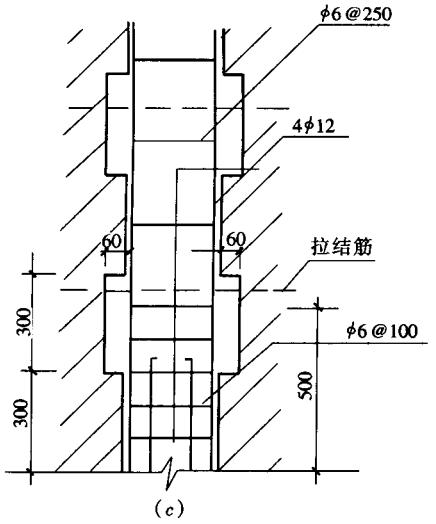




图 4-3-2-15　构造柱配筋及构造细部

(a) 外墙转角处；(b) 内外墙交接处；

(c) 构造柱局部纵剖面；(d) 某砖砌体建筑构造柱实例

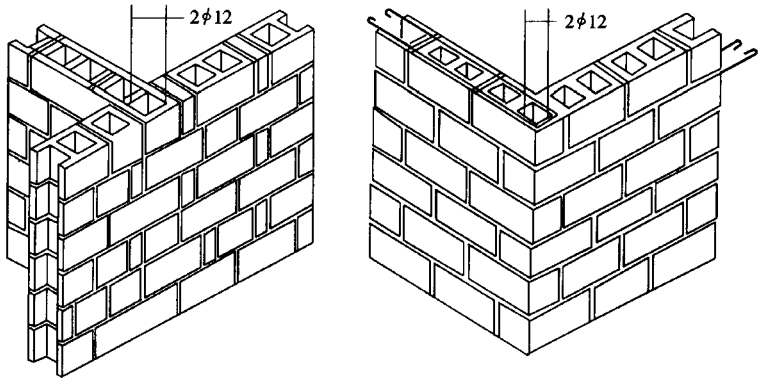
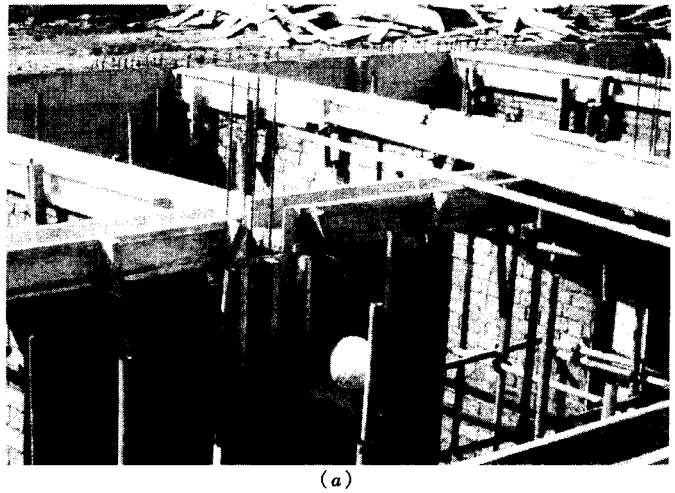


图 4-3-2-16　空心砌块利用孔洞配筋成为芯柱



（a）



（b）

图 4-3-2-17　圈梁构造柱施工过程

（a）构造柱钢筋应与圈梁钢筋连通，整体现浇；（b）拆模后的圈梁与构造柱

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

3. 砌体墙勒脚部分的防潮处理

勒脚是墙身接近室外地面的部分。一般情况下，其高度为室内地坪与室外地面的高差部分。有的工程将勒脚高度提高到底层室内踢脚线或窗台的高度。

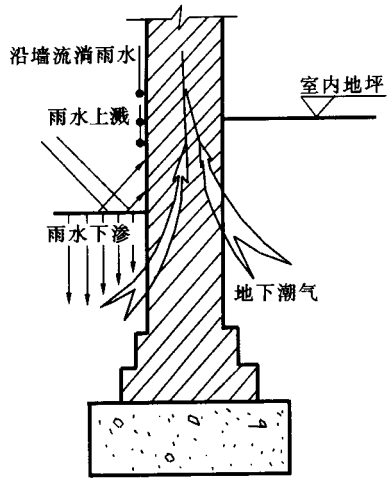


图 4-3-2-18　砌体墙勒脚部分易受潮

勒脚所处的位置使它容易受到外界的碰撞和雨、雪的侵蚀。同时，地表水和地下水所形成的地潮还会因毛细作用而沿墙身不断上升（图 4-3-2-18），既容易造成对勒脚部位的侵蚀和破坏，又容易致使底层室内墙面的底部发生抹灰粉化、脱落，装饰层表面生霉等现象，影响人体健康。在寒冷地区，冬季潮湿的墙体部分还可能产生冻融破坏的后果。因此，在构造上须对勒脚部分采取相应的防护措施。

（1）勒脚处外墙面处理

对勒脚处的外墙面应该用强度较高、防水性能较好的材料进行保护。例如用 25 厚 1:2 的水泥砂浆进行粉刷，或用石板作为贴面材料进行保护。我国江南一些水乡临水的建筑物，往往直接用天然石块来砌筑基础以上直到勒脚高度部分的墙体。

（2）勒脚处防潮层的设置

为杜绝地下潮气对墙身的影响，砌体墙应该在勒脚处设置防潮层。按照墙体所处的位置，可单设水平防潮层或者同时设置水平和垂直两种防潮层。

水平防潮层设在建筑物内外墙体沿地层结构部分的高度。如果建筑物底层室内采用实铺地面的做法，水平防潮层一般设在地面素混凝土结构层的厚度范围之内。工程中常将其设于 -0.06m 处（图 4-3-2-19）。如果底层用预制板做架空处

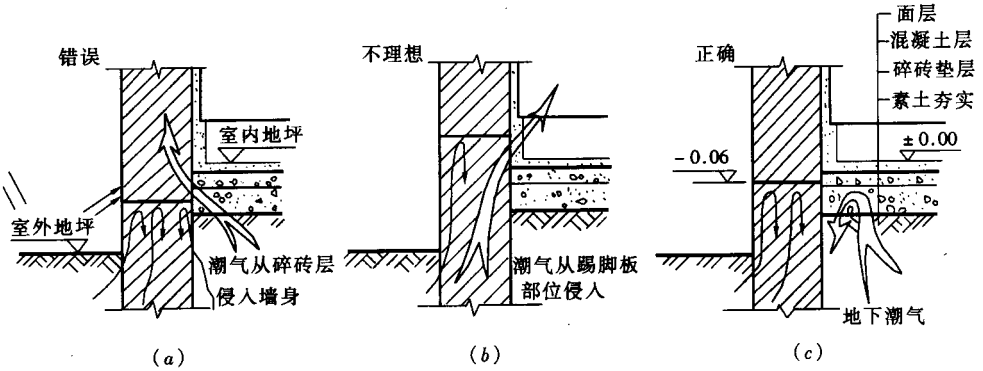


图 4-3-2-19　水平防潮层的设置部位

（a）防潮层太低；（b）防潮层太高；（c）防潮层位置正确

理，则可以在预制板底统设地梁，以兼作为水平防潮层用。

根据材料的不同，水平防潮层一般分为油毡防潮层、防水砂浆防潮层和配筋细石混凝土防潮层等，如图 4-3-2-20 所示。但其中油毡防潮层因降低了上下砖砌

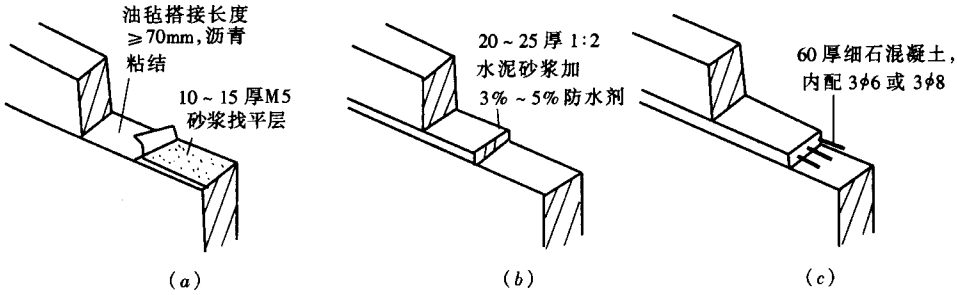


图 4-3-2-20　水平防潮层构造

（a）油毡防潮层；（b）防水砂浆防潮层；（c）细石混凝土防潮层

体之间的粘结力，即降低了砖砌体的整体性，对抗震不利，而且其使用寿命一般也只有 10 年左右，目前已很少使用。

砂浆防潮层是在需要设置防潮层的位置做 20～25 厚 1:2 的防水砂浆。防水砂浆是在水泥砂浆中，加入水泥量的 3%～5%的防水剂配制而成的。防水砂浆防潮层适用于一般的砖砌体中，但由于砂浆易开裂，故不适用于地基会产生微小变形的建筑中。为了提高防潮层的抗裂性能，常采用 60mm 厚的配筋细石混凝土作为水平防潮层。由于它抗裂性能好，且能与砌体结合为一体，故适用于整体刚度要求较高的建筑中。

在有些情况下，建筑物室内地坪会出现高差或室内地坪低于室外地面的标高，这时不仅要求按地坪高差的不同在墙身与之相适应的部位设两道水平防潮层，而且还应该对有高差部分的垂直墙面采取垂直防潮措施，以避免有高差部位填土中的潮气侵入低地坪部分的墙身（图 4-3-2-21）。垂直防潮层的做法是在墙体迎向潮气的一面做 20～25 厚 1:2 的防水砂浆，或者用 15 厚 1:3 的水泥砂浆找平后，再涂防水涂膜 2～3 道或贴高分子防水卷材一道。

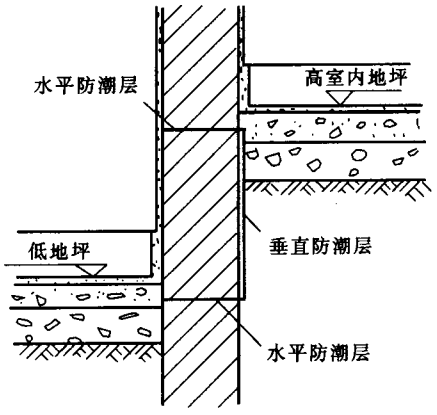


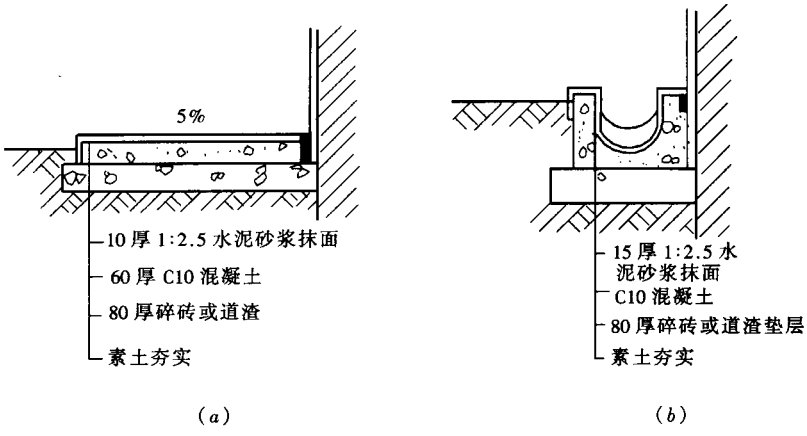
图 4-3-2-21　垂直防潮层设置部位

（3）散水和明沟的设置

为保护墙基不受雨水的侵蚀，常在外墙四周将地面做成向外倾斜的坡面，以

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

便将屋面雨水排至远处，这一坡面称散水或护坡。还可以在外墙四周做明沟，将通过水落管流下的屋面雨水等有组织地导向地下集水井（又称集水口），然后流入排水系统。一般雨水较多的地区多做明沟，干燥的地区多做散水。散水所用材料与明沟相同，散水坡度约5%，宽一般为600～1000mm。散水和明沟的构造可参照图4-3-2-22的做法。其中散水和明沟都是在外墙面的装修完成后再做的。散水、明沟与建筑物主体之间应当留有缝隙，用油膏嵌缝。因为建筑物在使用过程中会发生沉降，散水、明沟与主体建筑之间如果用普通粉刷，砂浆很容易被拉裂，雨水就会顺缝而下。图4-3-2-23是建筑物外墙转角处散水实例。



（a）　（b）

图4-3-2-22　散水、明沟构造做法

（a）散水构造做法；（b）明沟构造做法

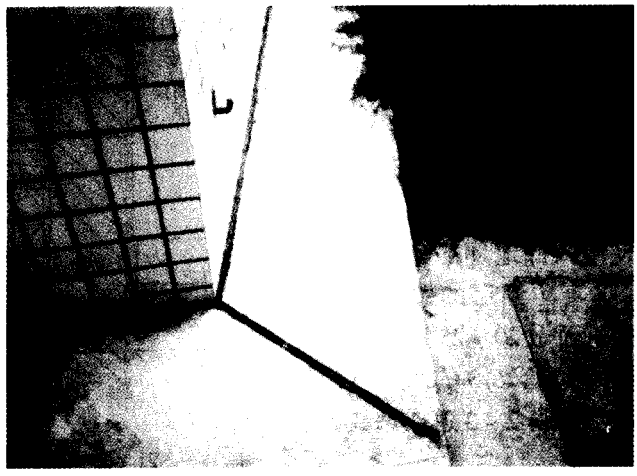


图4-3-2-23　散水实例

4. 防火墙构造

为减少火灾的发生或防止其蔓延、扩大，在建筑设计时除应考虑到防火分区、选用难燃或不燃烧材料制作构件、增加消防设施等之外，在墙体构造上，尚需注意防火墙的设置问题。

防火墙的作用在于截断防火区域的火源，防止火势蔓延。根据防火规范规定，防火墙应该采取以下措施：

（1）耐火极限不小于 4.0h；

（2）直接设在基础或钢筋混凝土框架上，并高出不燃烧体屋面不小于 400mm；高出燃烧体或难燃烧体屋面不小于 500mm，如图 4-3-2-24 所示。当屋顶承重构件为耐火极限不低于 0.5h 的不燃烧体时，防火墙（包括纵向防火墙）可砌至屋面基层的底部，不必高出屋面；

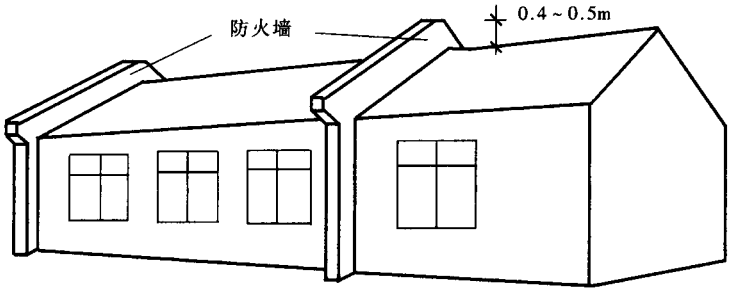


图 4-3-2-24　防火墙构造

（3）防火墙上不应开设门窗洞口，如必须开设时，应采用甲级防火门窗，并应能自动关闭；

（4）防火墙上不应设排气道，必须设时，两侧的墙厚不小于 120mm；

（5）防火墙不应设在建筑物的转角处，否则内转角两侧的门窗洞口的水平距离不小于 4m。紧靠防火墙两侧的门窗洞口最近距离不小于 2m。设耐火 0.9h 的非燃烧固定扇的采光窗时不受此限。

3.3　轻质内隔墙、隔断的基本构造

轻质内隔墙选用自重较小的材料制作，其被支承的问题较易解决，但务必不能够做为承重墙使用。其主要的构造问题是与周边构件的连接问题、墙体的稳定性问题、防火等安全性能的问题以及进行进一步装饰的可能性问题。其中一部分可移动的隔墙，需要同时考虑其移动时的方便以及临时固定时的稳定性。此外还有一部分不完全隔断空间的隔墙，又被称作隔断，例如漏空的花格、活动的屏风等等，主要起到局部遮挡视线或组织交通路线等作用。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

按照轻质隔墙、隔断构成方式的不同，可大致分为立筋类、条板类以及可活动类等几种。

3.3.1 立筋类隔墙

立筋类隔墙的面板本身不具有必要的刚度，难以自立成墙，因此需要先制作一个骨架，再在其表面覆盖面板，包括胶合板、纸面石膏板、硅钙板、塑铝板、纤维水泥板等等。骨架材料可以是木材和金属等，统称为龙骨或者墙筋。龙骨又分为上槛、下槛、纵筋（竖筋）、横筋和斜撑（图4-3-3-1）。

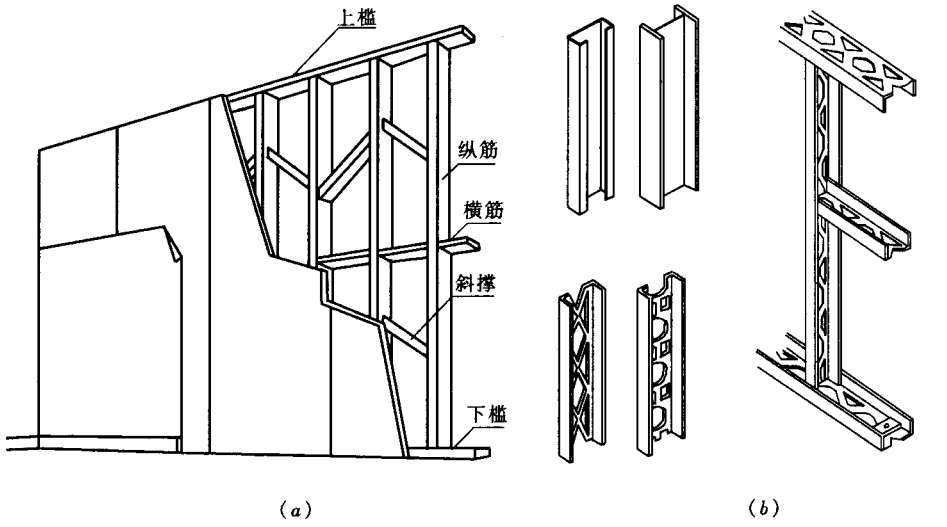


图4-3-3-1　立筋类轻隔墙龙骨构成
（a）立筋类轻隔墙龙骨构成；（b）各种轻钢龙骨

龙骨在安装时一般先安装上、下槛，然后安装两侧的纵筋，接下去再是中间的纵筋、横筋和斜撑（如有必要时）。这样做一方面是上、下槛和边上的纵筋较易通过螺栓、使用胶合剂等方式与上下楼（地）板以及两侧现有的墙体或柱等构件连接，另一方面，更重要的是通过上、下槛来固定纵筋，可以避免反过来如果先行安装纵筋时，为了达到隔墙的稳定性而需要将纵筋上下撑紧，这时隔墙上方的荷载就有可能通过纵筋传递到其下方，使得轻隔墙成为承重墙，这是不合理甚至危险的。图4-3-3-2～图4-3-3-8是各种常用的立筋式轻隔墙的构造方法，可以按照不同的场合选择使用。例如石膏板怕潮湿，就不宜用在潮湿的环境中，最好也不要再在其表面用湿施工的方法粘贴面砖做饰面。又如全石膏板的隔墙在防火的安全性能方面最可靠，就可以选择用在消防逃生的通道两侧。再如图4-3-3-8中方钢管纵筋的安装是依靠调整下槛上面的螺栓来实现先套入、后上升固定的过程的，施工既快速又能够确保纵筋不承受上方的荷载，拆除也很方便，可以用于

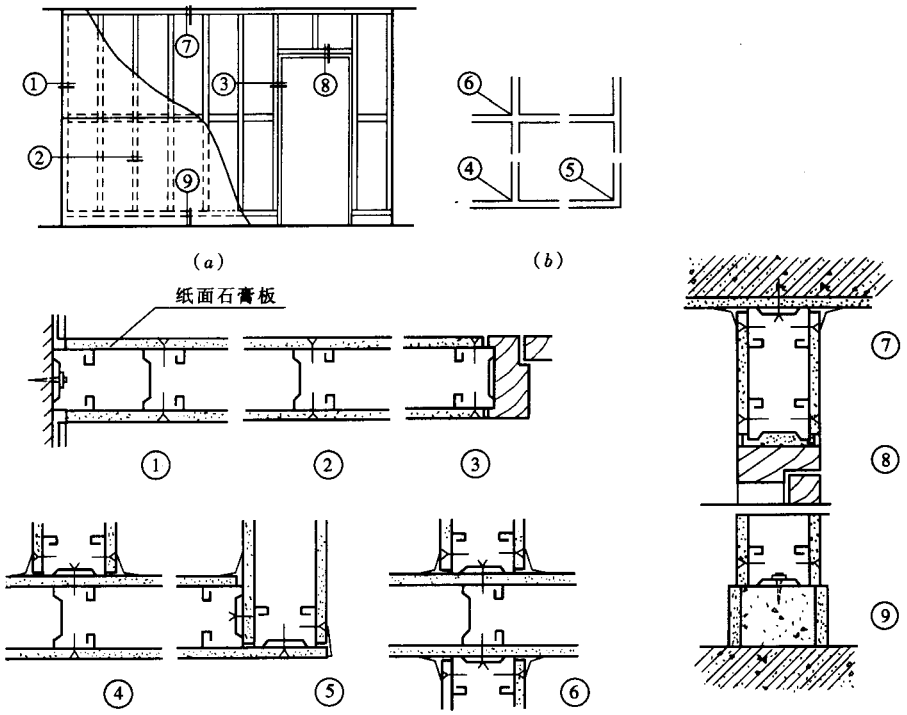


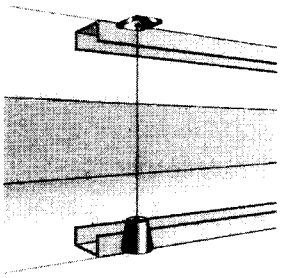
图 4-3-3-2　轻钢龙骨纸面石膏板隔墙构造示意

(a) 隔墙立面；(b) 隔墙平面



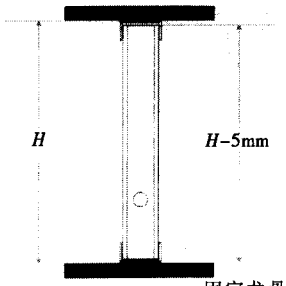
图 4-3-3-3　某双层纵筋的轻钢龙骨纸面石膏板隔墙构造实例

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



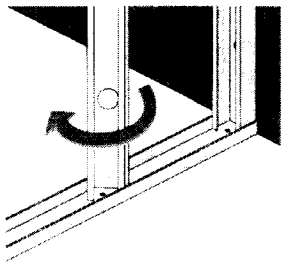
划线

■ 在地板和天花板划出沿边龙骨的外沿，并注意留出石膏板的厚度

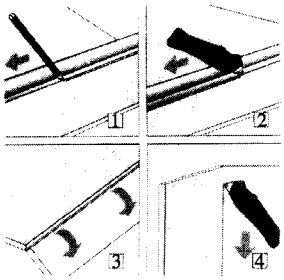


固定龙骨

■ 切割龙骨之前，应从地板到天花板测量确切高度，并至少留出5mm(以便安装)

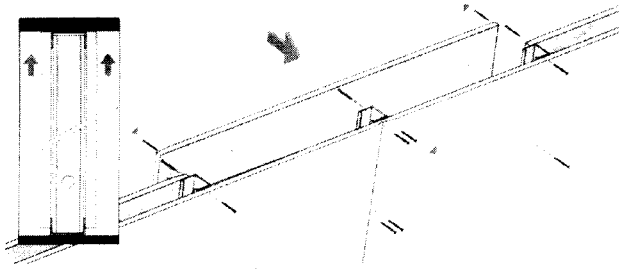


■ 把龙骨垂直地插入沿边龙骨上



切割石膏板

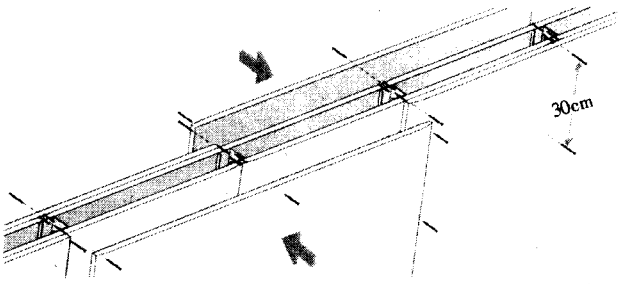
■ 用锯子切割石膏板之前，应从地板到天花板测量确切的高度，并至少留出1cm(以便安装)



安装石膏板

■ 将一块石膏板插入龙骨，龙骨之间的接缝应处在这块石膏板的宽度中间，再将石膏板顶部塞入天花板

■ 安装石膏板时，要错开龙骨之间的接缝

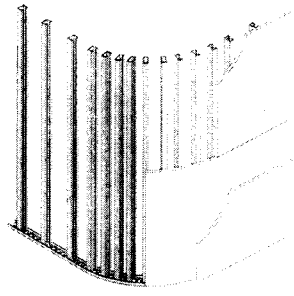


安装石膏板

■ 错开龙骨之间的接缝安装石膏板，如果该墙由几层石膏板做成，石膏板应错开接缝

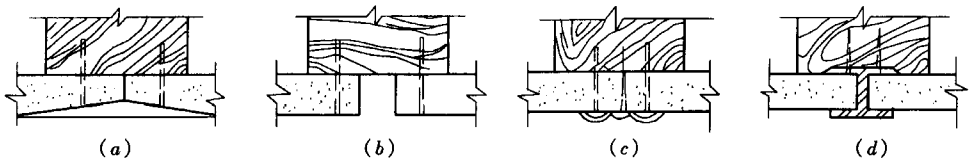
固定石膏板

■ 每隔30cm应就特殊的自攻螺钉固定石膏板，如果是几层石膏板，只需每隔60cm用自攻螺钉固定



曲形石膏板龙骨隔墙

图 4-3-3-4　轻钢龙骨纸面石膏板隔墙安装过程示意



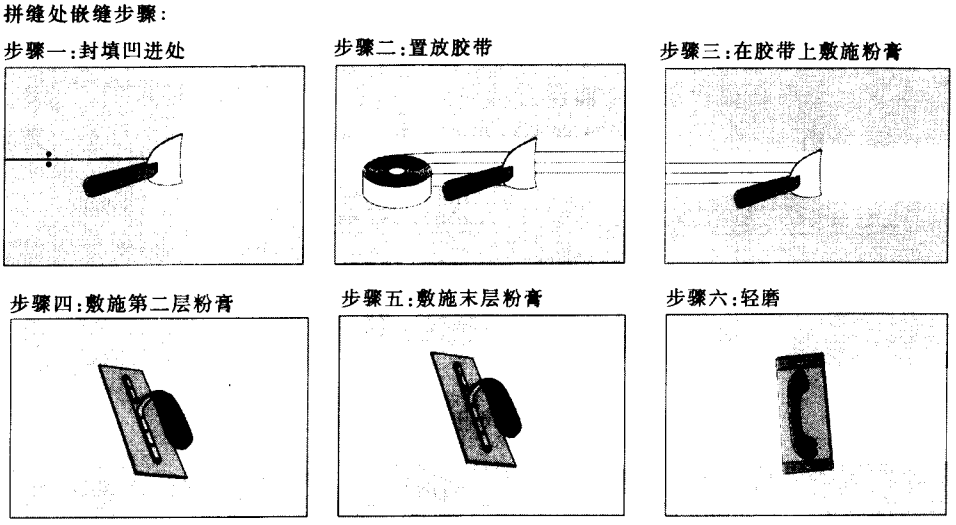


图 4-3-3-5　石膏板面板的接缝处理

(a) 拼留缝；(b) 留凹缝；(c) 钉金属压条；(d) 嵌金属压条

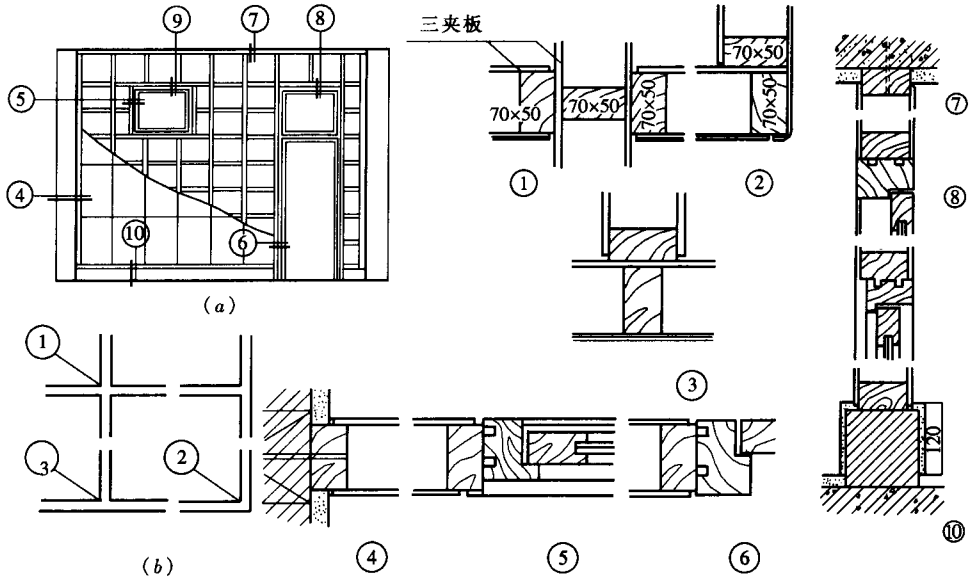


图 4-3-3-6　木龙骨夹板面板隔墙构造示意

(a) 隔墙立面；(b) 隔墙平面

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

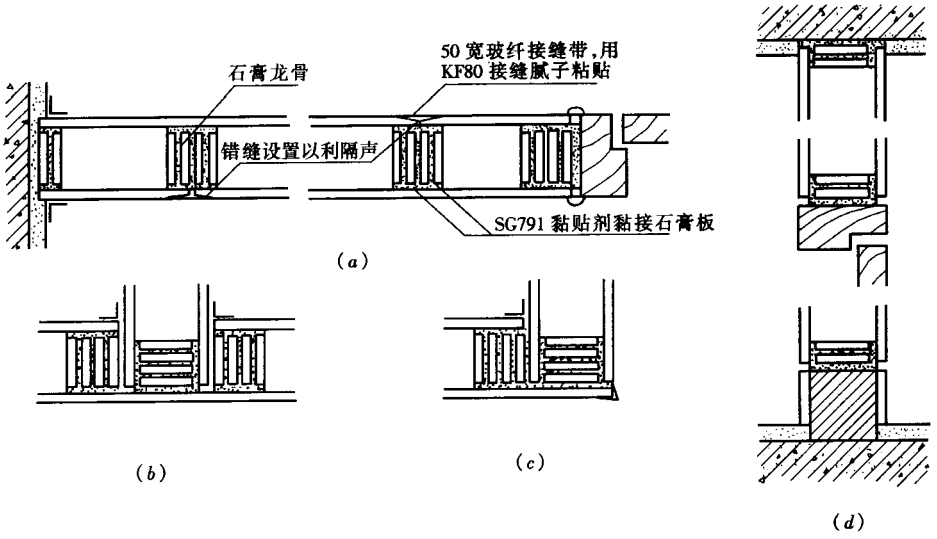


图4-3-3-7　全石膏板隔墙构造示意

（a）成一直线墙面；（b）丁字交接；（c）直角交接；（d）纵剖面

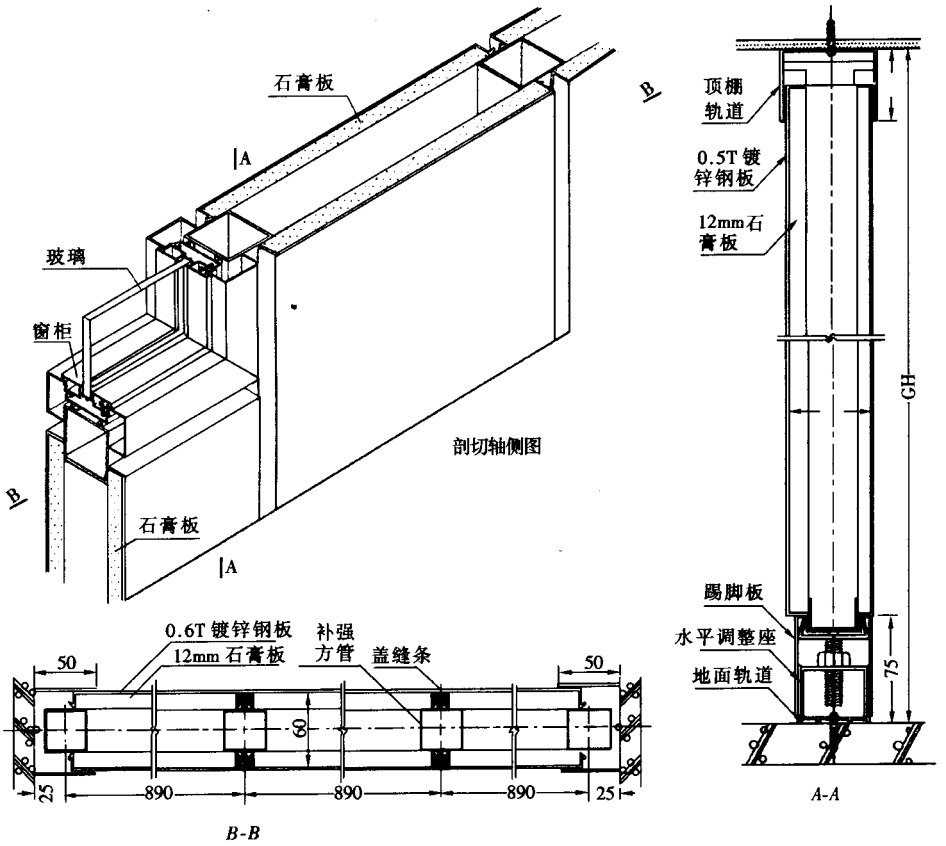


图4-3-3-8　钢管龙骨复合层板面板隔墙构造示意图

需要经常变更使用功能的场合。

龙骨的间距是由面板的刚度和其表面设计的分割需要决定的。

轻质隔墙由于自重较小，隔声效果通常不够理想。安装时可以在骨架的空隙间填入吸声材料。更好的做法是如图 4-3-3-9 所示的那样，将纵筋错开布置，使得吸声材料可以阻断两层面板与龙骨之间直接传声的通道。此外，该图中两层石膏面板以及将板间接缝错开布置的做法也相当有效。试验证明，每增加一层纸面石膏板，隔声量可以提高 3 ~ 6dB；轻钢龙骨两面为双层纸面石膏板且内填超细玻璃棉毡的轻质墙体，其隔声量可与 240 厚的砖墙相当。

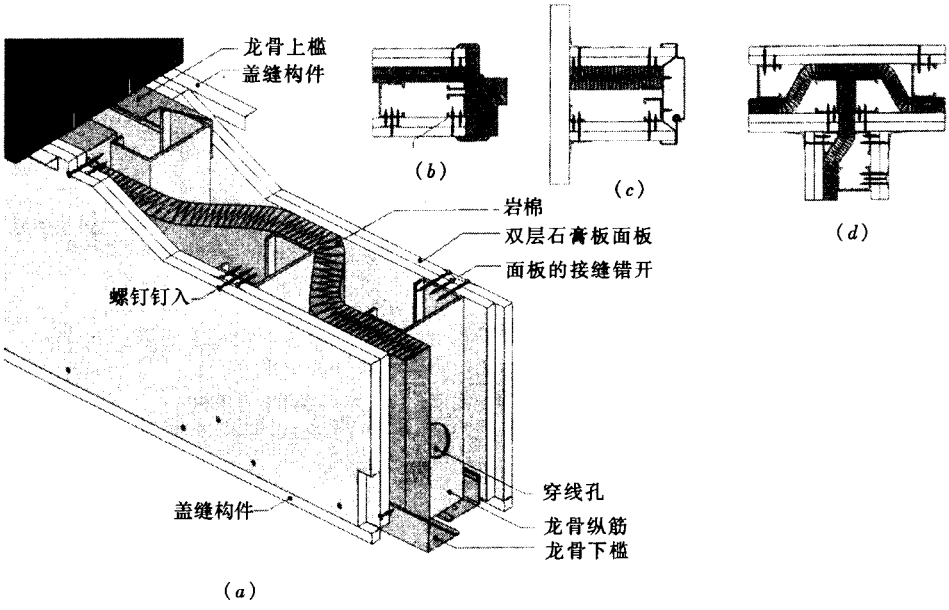


图 4-3-3-9　隔声轻隔墙构造

(a) 隔声石膏板隔墙剖切轴测；(b) 隔墙与木门连接；(c) 隔墙与钢门连接；(d) 隔墙丁字交接

3.3.2　条板类隔墙

条板类隔墙所选用的材料是具有一定厚度和刚度的条形板材，如水泥玻纤空心条板（GRC 板）、空心加强石膏板条板、内置发泡材料或复合蜂窝板的彩钢板等等。其安装时不需要内骨架来支撑。图 4-3-3-10 所示的加气混凝土条板是用胶粘剂固定在隔墙上方的基底上的。拆除施工时临时固定用的木楔，其下部空隙可以走管道，或用细石混凝土灌缝，不用捣制密实，也不会成为承重墙。此外，图 4-3-3-8 中所采用的固定纵筋的方法，也可以用来直接安装复合条板。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

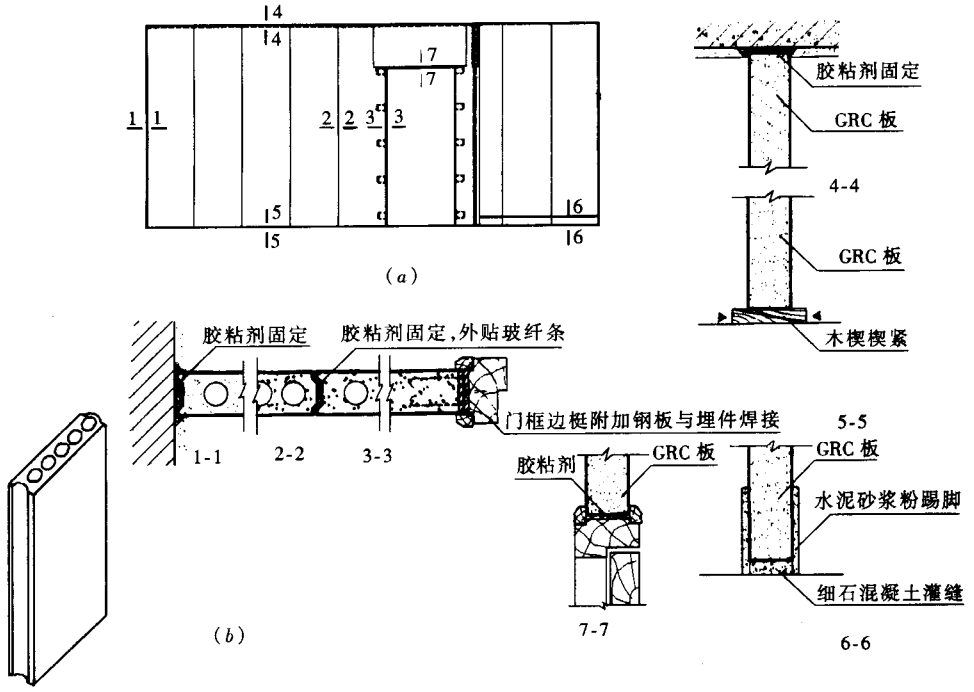


图 4-3-3-10　水泥玻纤空心条板隔墙构造示意

（a）水泥玻纤空心条板（GRC板）隔墙；（b）水泥玻纤空心条板

3.3.3 活 动 隔 墙

活动隔墙可分为拼装式、滑动式、折叠式、悬吊式、卷帘式和起落式等多种形式。其主体部分的制作工艺可以参照门扇的做法。其移动多由上下两条轨道或是单由上轨道来控制和实现。

悬吊的活动隔墙一般不用下面的轨道，可以使得地面完整，不妨碍行走以及地面的美观，但需要有临时固定的措施来实现其使用时的稳定性。图 4-3-3-11 所示的活动隔墙就位后可以通过特制的工具使得其内部的连杆上下滑动，临时与地面之间造成摩擦而固定。但连杆上还装有弹簧，使得隔墙固定后不承受从上部传来的荷载。

3.3.4 常 用 隔 断

常用的隔断有屏风式、镂空式、玻璃墙式、移动式以及家具式等。图 4-3-3-12 所示的屏风式隔断现今大量用于办公等空间中。其构造往往由各专业制造公司专门设计，而且与设备管道等综合考虑。

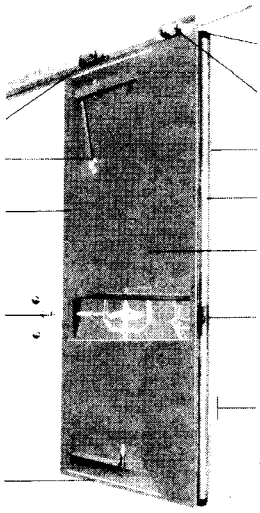


图 4-3-3-11　某活动隔墙实例

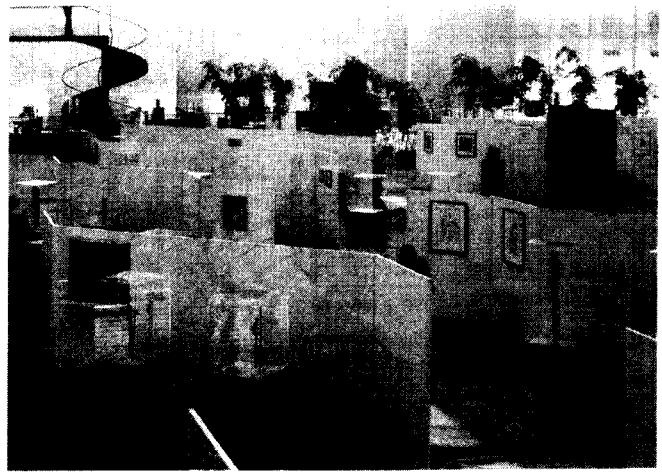


图 4-3-3-12　屏风式隔断实例

隔断与周边构件的联系往往不如隔墙那样紧密，因此在安装时更应注重其稳定性。图 4-3-3-13 ~ 图 4-3-3-15 介绍一种常用的隔断——玻璃砖隔断的构造。由于建筑材料的快速发展，使得施工方法有了较大的变化。

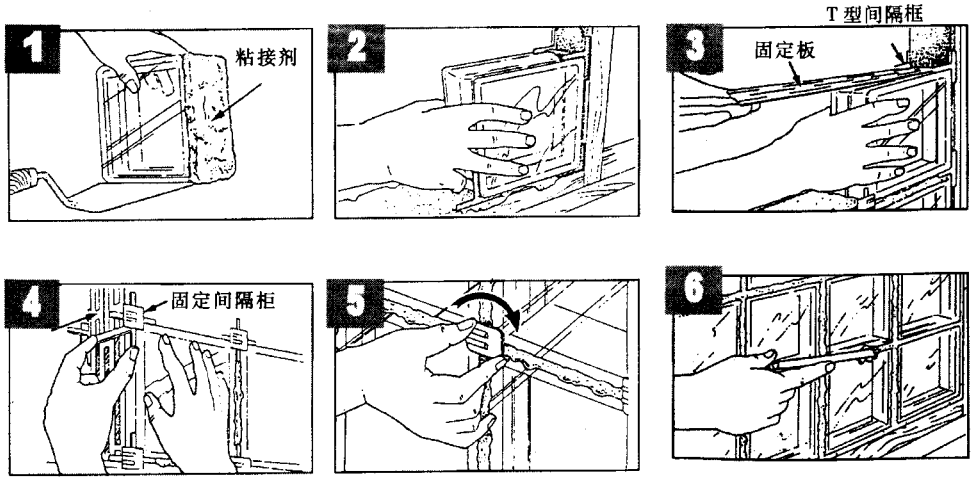


图 4-3-3-13　胶粘法安装玻璃砖隔墙工艺示意

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

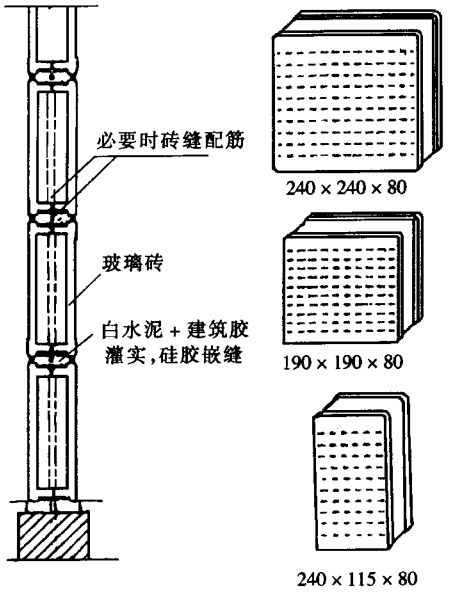


图 4-3-3-14　用传统方式安装的玻璃砖隔断

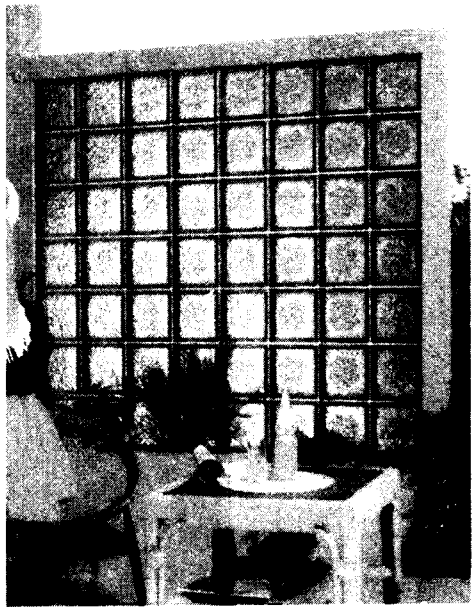


图 4-3-3-15　玻璃砖隔断实例

3.4　非承重外墙板及幕墙的基本构造

骨架承重和钢筋混凝土剪力墙承重等体系的建筑物，其不承重的外墙除了可以用砌体墙填充外，还可以采用板材作为围护构件。这些板材可以直接安装在建筑物的主体结构构件上，例如柱子、边梁和楼板上面；也可以通过一套附加的构件系统与主体结构相连接。其中牵涉到的因素有板材的重量、立面形式的构成等等。如果外墙面板安装后模糊了建筑的分层、墙面与门窗的区分等印象，使得建筑外表皮好像套上了一层“帷幕”；或是用透明的材料完全暴露建筑的内部空间使得建筑物好像覆盖着一层轻纱，通常将这样的外墙称为“幕墙”（图 4-3-4-1）。

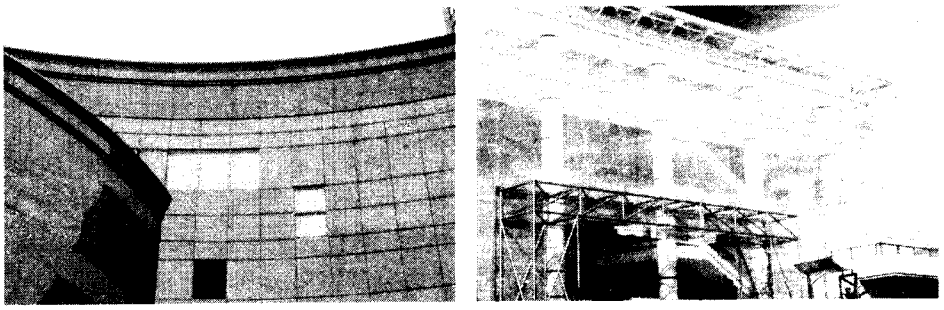
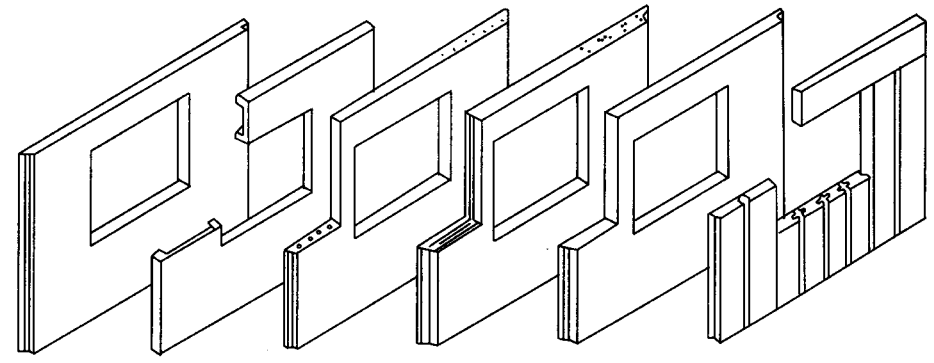


图 4-3-4-1　安装幕墙的建筑实例二则

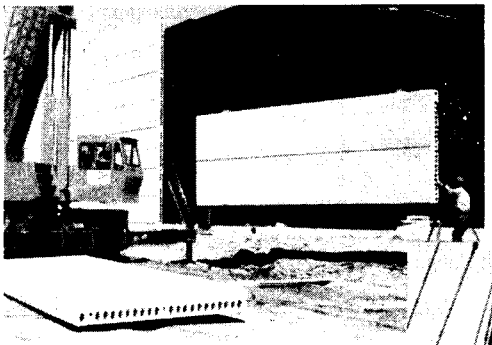
3.4.1　常用非承重外墙板基本构造

1. 常用非承重外墙板的类型

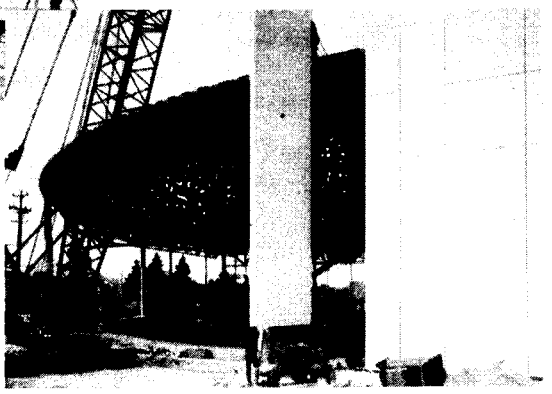
常用非承重外墙板的种类多样。工程中可以选用单一类型材料制作的外墙板，例如水泥制品和配筋的混凝土墙板等等，像上一小节中所介绍的水泥玻纤空心条板，就可以用作填充外墙。图 4-3-4-2 所介绍的许多种配筋的混凝土外墙板，



(a)　(b)　(c)　(d)　(e)　(f)



(g)



(h)

图 4-3-4-2　各种配筋混凝土外墙板

(a) 实心外墙板；(b) 框肋外墙板；(c) 空心外墙板；(d) 双排孔外墙板；(e) 轻骨料混凝土外墙板；(f) 加气混凝土组合外墙板；(g) 空心外墙板横向条形布置；(h) 空心外墙板纵向条形布置

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

都来自成熟的产品，其安装节点的构造也都经过长期的研究和实践的检验。但比起这类产品来，更合适的是采用复合型的外墙板。因为外墙板不同于内墙板，除了分隔空间的作用外，更重要的是还需要同时具备防水、隔热保温、隔声等多种功能，而且要方便于内外两侧的装修和使用。所以近年来外墙板发展的主要趋势是将多种功能的材料在工厂复合成型后到现场安装，或者将其区分为不同的构造层次，在现场组装。

图4-3-4-3所示为金属板、保温材料和外饰面材料复合制作的外墙板的应用。图4-3-4-4所示的外墙板又分为基层板和装饰面板两个层次，中间间层的尺寸和

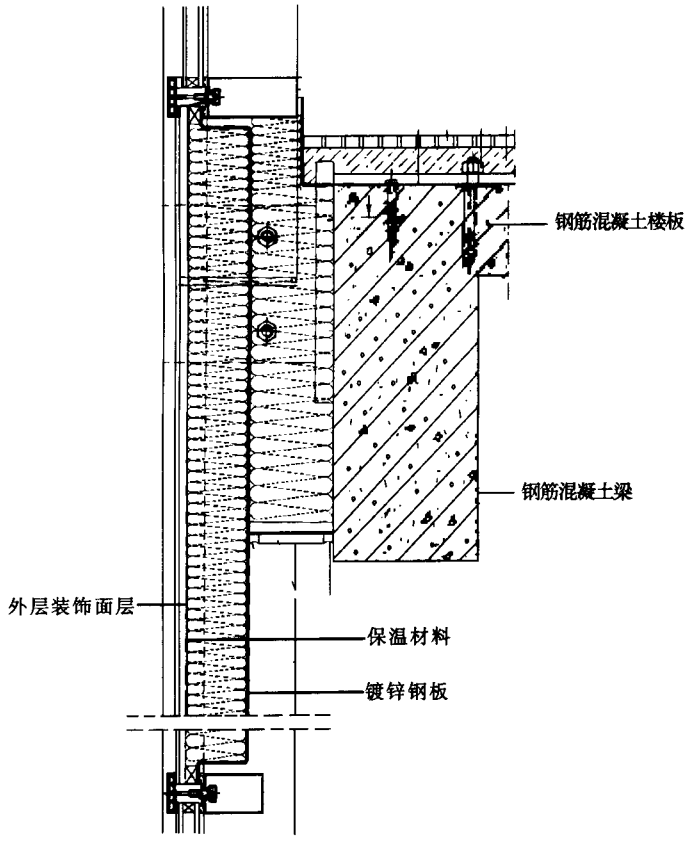


图4-3-4-3　复合外墙板的应用

构造处理可以因不同工程而异，装饰面板也可以选用不同的质感和肌理，但基层板与主体结构的连接方式以及定位关系都可以维持不变，这样有利于墙板的产品化生产以及提高外墙构造对单个工程的适应性。图4-3-4-5所示的实例则选择在结构构件的两侧分别安装带有自装修纹理的钢筋混凝土外墙板和适合室内使用的纸面石膏板，中间的间层用来进行热工以及隔声方面的处理。图4-3-4-6所示的实例在蒸压轻质混凝土基层板外安装金属装饰面板，利用两层面板接缝的错开，

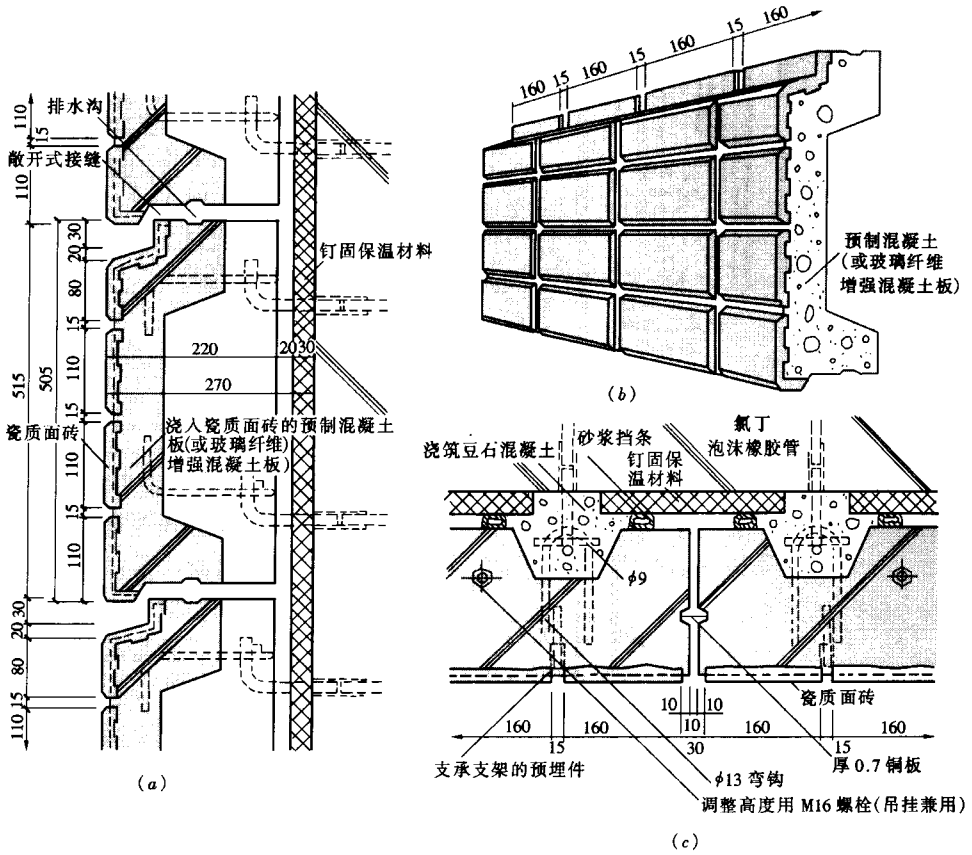


图 4-3-4-4　基层墙板 + 装饰外墙板的应用

(a) 复合外墙板构造（纵剖面）；(b) 装饰外墙板示意；(c) 复合外墙板构造（平剖面）

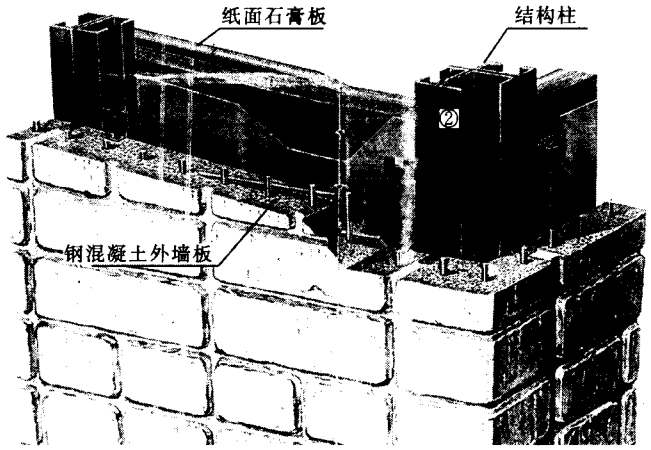


图 4-3-4-5　功能性外墙板与内墙板的组合

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

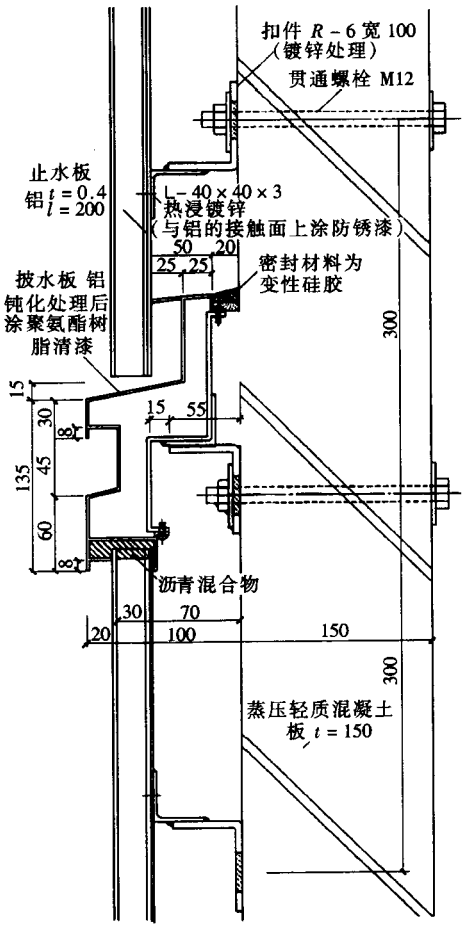


图 4-3-4-6　在轻质混凝土外墙板外侧安装金属装饰板

可以大大减少外墙发生渗漏的可能性。图 4-3-4-7 所示的实例选择在基层板外挂装石板。图 4-3-4-8 所示的是利用墙板在工厂预制时附加刻花橡胶衬模的方法，

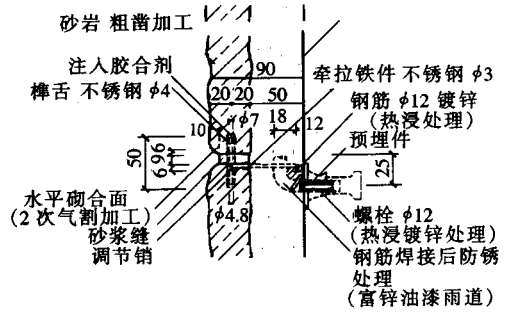


图 4-3-4-7　在混凝土基层板外挂装石板

脱模后在墙板表面上留下的装饰纹理。

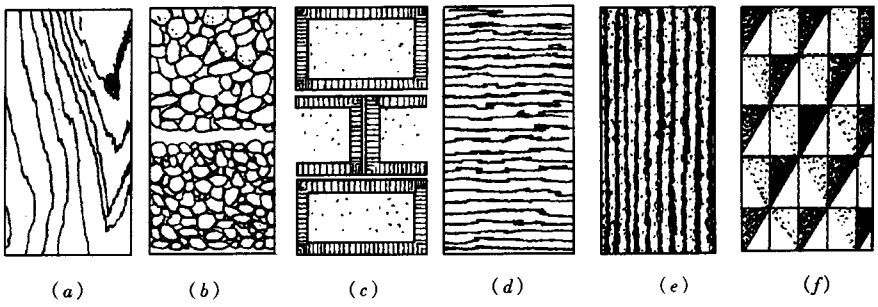


图 4-3-4-8　外墙板表面装饰纹理处理

(a) 木纹；(b) 砾石纹；(c) 块石纹；(d) 横条纹；(e) 竖条纹；(f) 几何图纹

2. 非承重外墙板的安装构造

非承重的外墙板的自重可以分别由主体结构的柱子、承重墙、边梁或楼板来承担。其与主体结构的连接节点除强度及牢固要求外，还应当考虑：

(1) 方便就位时的临时固定；

(2) 提供调整安装的可能；

(3) 适应使用时由于结构不均匀沉降或者材料热胀冷缩以及构件承受风荷载而发生的微小变形。

图 4-3-4-9 所示的外墙板与主体结构的连接件先安装在下部墙板的上端，墙

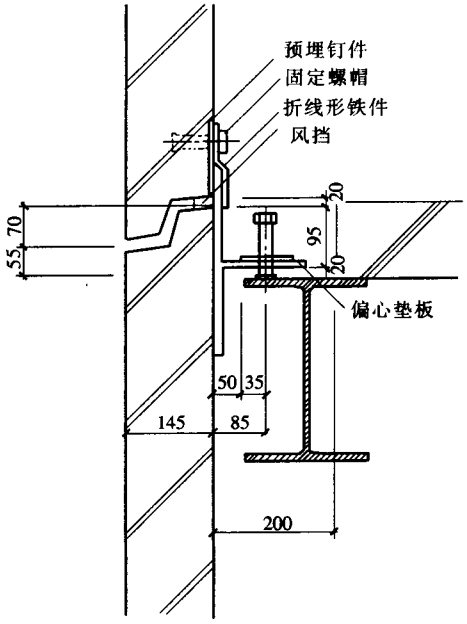


图 4-3-4-9　非承重外墙板安装构造例一

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

板就位时可用螺栓很容易地先将这块墙板带住，使其不至于向外倾倒，方便起吊设备脱钩，同时又成为上部那块墙板的限位装置以及折线形铁接插件的插座。

图4-3-4-10所示的外墙板与主体结构的连接件由滑动机构和微调螺栓提供前后、左右方向的调节可能性，可以使墙板安装后板面、板缝平齐，还能够适应使

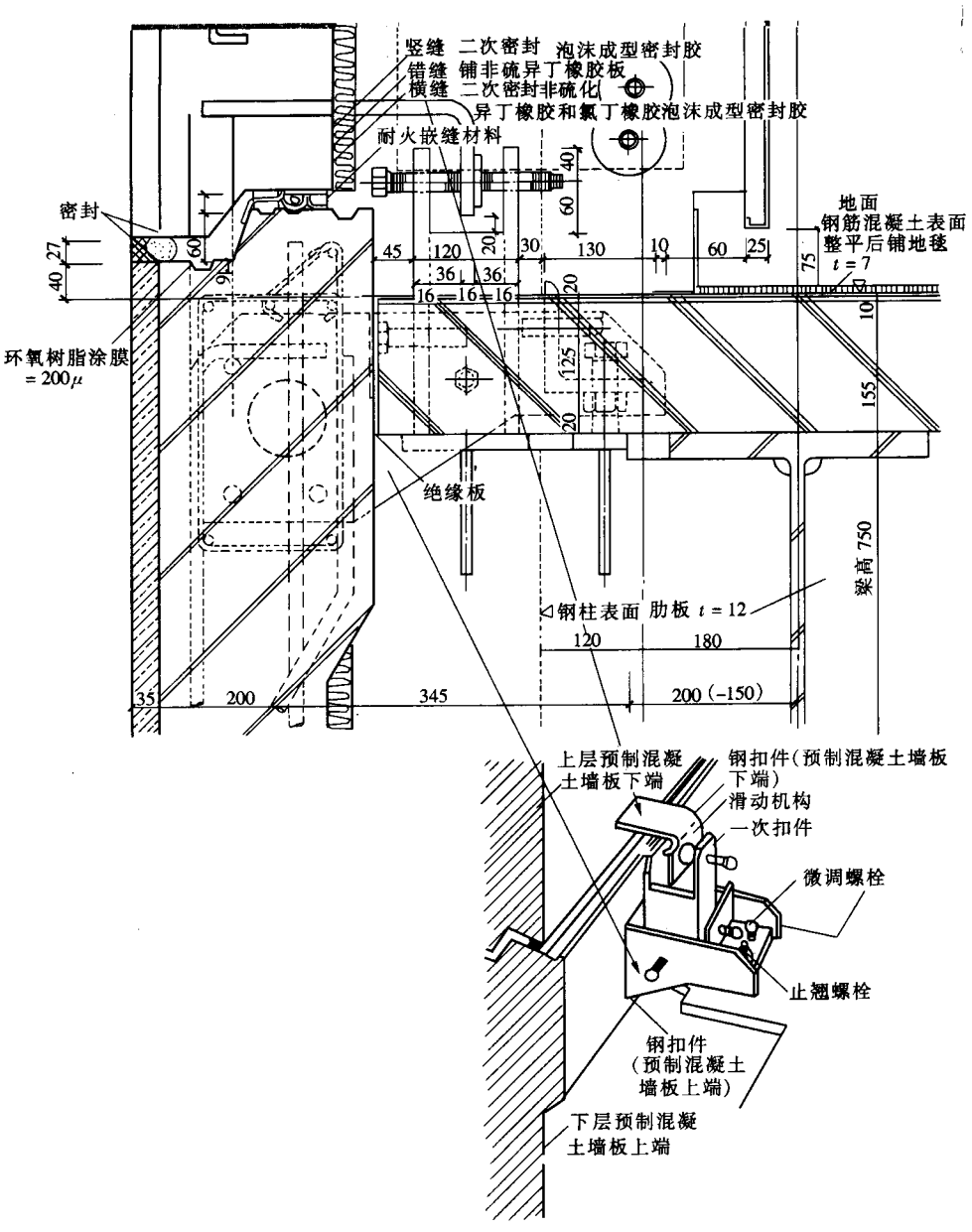


图4-3-4-10　非承重外墙板安装构造例二

用时的微小变形。像这样的连接节点做法非常之多，读者可以在实践中积累经验，根据工程要求选用或自行设计。

3.4.2 幕 墙 构 造

1. 幕墙材料

(1) 幕墙面材

幕墙面板多使用玻璃、金属层板和石材等材料。可单一使用，也可混合使用。

幕墙用的玻璃必须是安全玻璃，如钢化玻璃、夹层玻璃或者用上述玻璃组成的中空玻璃等等。钢化玻璃的强度高于普通浮法玻璃 4 倍，且破坏时成蜂窝状小颗粒，边缘没有利口，不易伤人。夹层玻璃在两片或多片普通或钢化玻璃之间夹入透明或彩色的聚乙烯醇缩丁醛膜片（即 PVB 胶片），经高温高压粘合后，即便遭到撞击并破坏，玻璃碎片也不易脱落。中空玻璃用金属框在间隔 6 ~ 12mm 的两片或多片玻璃四周经密封形成闭合空间，在其中充入干燥空气或惰性气体，因而具有良好的保温、隔热和隔声的性能。

由于大片的玻璃幕墙对建筑物的热工性能的影响非常大，为了降低能耗，改善建筑物的热环境，对幕墙用玻璃的性能进行改造的工作一直没有停止过。例如在玻璃表面镀覆特殊的金属氧化物做成低辐射玻璃，对远红外光的反射率较高，而基本不影响可见光的透射，是运用很广的玻璃产品。此外，还有在双层玻璃的间隙中，加入光栅做成的偏光玻璃，可以遮挡直射光而允许漫射光进入室内。近年来开发的幕墙用玻璃新品种有热致变色玻璃、光致变色玻璃、电致变色玻璃等，前二者是通过在双层玻璃中加入特殊物质，使得玻璃或随温度的升高而改变其添加物原子的排列状态，从而改变透光率；或是随着光线强度的变化而改变其添加物的化学特性，从而得到不同的传热系数。后者则是通过在两块玻璃基板上镀覆导电膜，并在这两块平面电极中间注入液晶材料，从而达到用电流来控制玻璃透光率的目的。可见，可变、可控已成为幕墙玻璃材料发展的一种趋势。

幕墙所采用的金属面板多为铝合金和钢材。铝合金可做成单层的、复合型的以及蜂窝铝板几种，表面可用氟碳树脂涂料进行防腐处理。钢材可采用高耐候性材料，或者在表面进行镀锌、烤漆等处理。但当两种不同的金属材料交接时，必须在当中放置合成橡胶、尼龙、聚乙烯等材料制作的绝缘垫片，以防止相互间因电位差而产生的电化学腐蚀。

幕墙石材一般采用花岗石等火成岩，因其质地均匀。石材厚度在 25mm 以上，吸水率应小于 0.8%，弯曲强度不小于 8.0MPa。为减轻自重，也可选用与蜂窝状材料复合的石材。

(2) 幕墙用连接材料

幕墙通常会通过金属杆件系统、拉索以及小型连接件与主体结构相连接，同

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

时为了满足防水及适应变形等功能要求，还会用到许多胶粘和密封材料。

其中用作连接杆件及拉索的金属材料有铝合金、钢和不锈钢。铝合金型材的表面多涂以阳极氧化膜作保护层，要求更高的可采用氟碳树脂涂料。铝型材的壁厚不应小于3mm。

钢型材的表面处理同面材。不锈钢材料虽然不易生锈。但不是不会生锈，所以也应该采取放绝缘垫层等措施，来防止电化学腐蚀。幕墙中使用的门窗等五金配件一般都采用不锈钢材料制作。

幕墙使用的胶粘和密封材料有硅酮结构胶和硅酮耐候胶。前者用于幕墙玻璃与铝合金杆件系统的连接固定或玻璃间的连接固定，后者则通常用来嵌缝，以提高幕墙的气密性和水密性。

为了防止材料间因接触而发生化学反应，胶粘和密封材料与幕墙其他材料间必须先进行相容性的试验，经合格方能够配套使用。

2. 幕墙安装构造

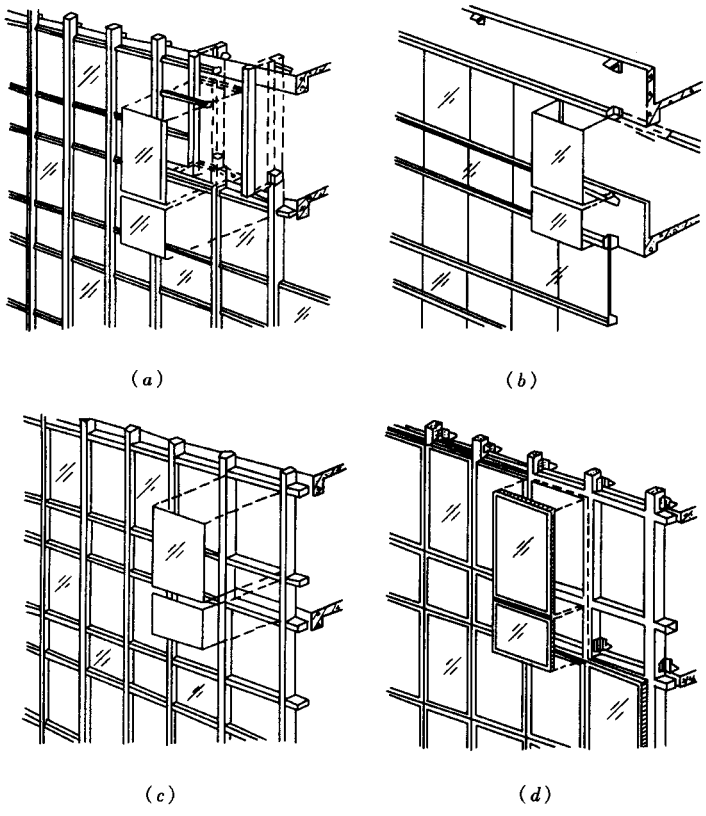


图4-3-4-11　有框式幕墙分类示意

(a) 竖框式（竖框主要受力，竖框外露）；(b) 横框式（横框主要受力，横框外露）；(c) 框格式（竖框、横框外露成框格状态）；(d) 隐框式（框格隐藏在幕面板后，又有包被式之称）

幕墙与建筑物主体结构之间的连接按照连接杆件系统的类型以及与幕墙面板的相对位置关系，可以分为有框式幕墙、点式幕墙和全玻式幕墙。

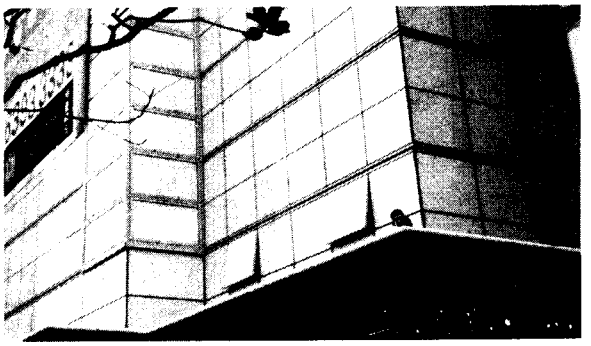
（1）有框式幕墙

幕墙与主体建筑之间的连接杆件系统通常会做成框格的形式。如果框格全部暴露出来，就称为明框幕墙；如果垂直或者水平两个方向的框格杆件只有一个方向的暴露出来，就称为半隐框幕墙（包括竖框式和横框式）；如果框格全部隐藏在面板之下，就称为隐框幕墙（图 4-3-4-11、图 4-3-4-12）。

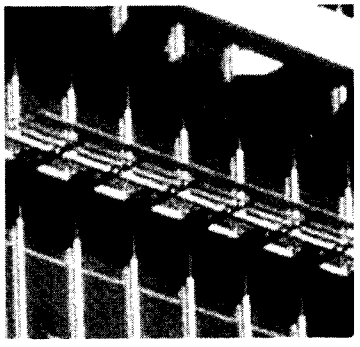
有框式幕墙的安装可以分为现场组装式和组装单元式两种。前者先将连接杆件系统固定在建筑物主体结构的柱、承重墙、边梁或者楼板上的预埋铁上，再将面板用螺栓或卡具逐一安装到连接杆上去。后者是在工厂预先将幕墙面板和连接杆件组装成较小的标准单元或是较大的整体单元，例如层间单元等，然后运送到现场直接安装就位（图 4-3-4-13、图 4-3-4-14）。



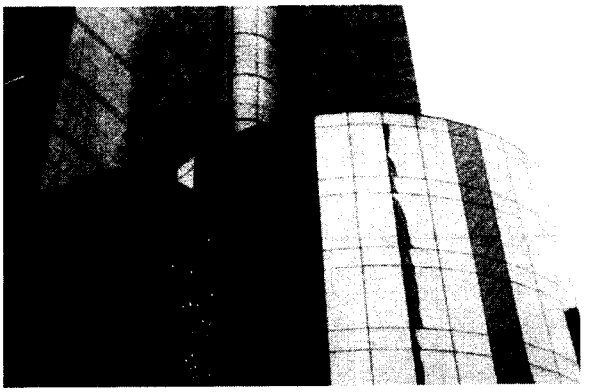
（a）



（b）



（c）



（d）

图 4-3-4-12　有框式幕墙分类实例

（a）明框式幕墙实例；（b）横框式半隐框幕墙实例；（c）竖框式半隐框幕墙实例；（d）隐框式幕墙实例

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

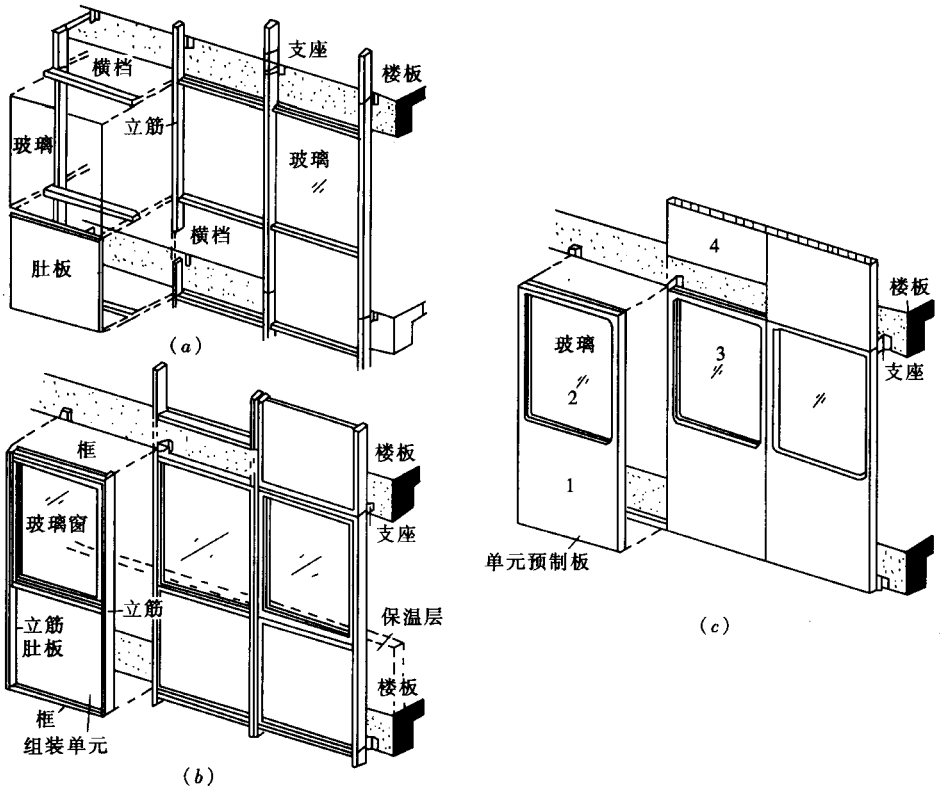


图 4-3-4-13　有框式幕墙组装方式示意

(a) 现场组装式幕墙；(b) 组装单元式幕墙；(c) 整体单元式幕墙

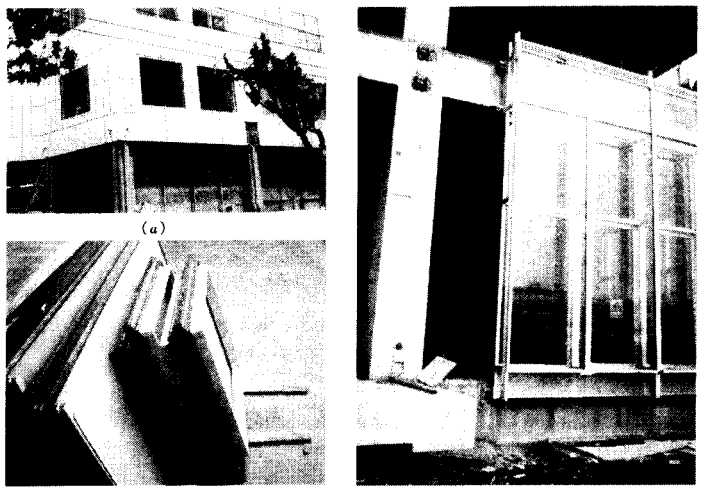


图 4-3-4-14　有框式幕墙不同组装方式实例

(a) 现场组装式有框式幕墙实例；(b) 组装小单元式有框幕墙在现场等候安装；(c) 层间单元组装式双层幕墙现场安装实例

（2）点式幕墙

点式幕墙不像有框幕墙那样，面板与框格之间为条状的连接。点式幕墙采用在面板上穿孔的方法，用金属“爪”来固定幕墙面板（图 4-3-4-15、图 4-3-4-16）。这种方法多用于需要大片通透效果的玻璃幕墙上。每片玻璃通常开孔 4～6 个。金属爪可以安装在连接杆件上，也可以安装在具有柔韧性的钢索上。一切连接构件与主体结构之间均为铰接，玻璃之间留出不小于 10mm 的缝来打胶。这样在使用过程中有可能产生的变形应力就可以消耗在各个层次的柔性节点上，而不至于招致玻璃本身的破坏（图 4-3-4-17）。

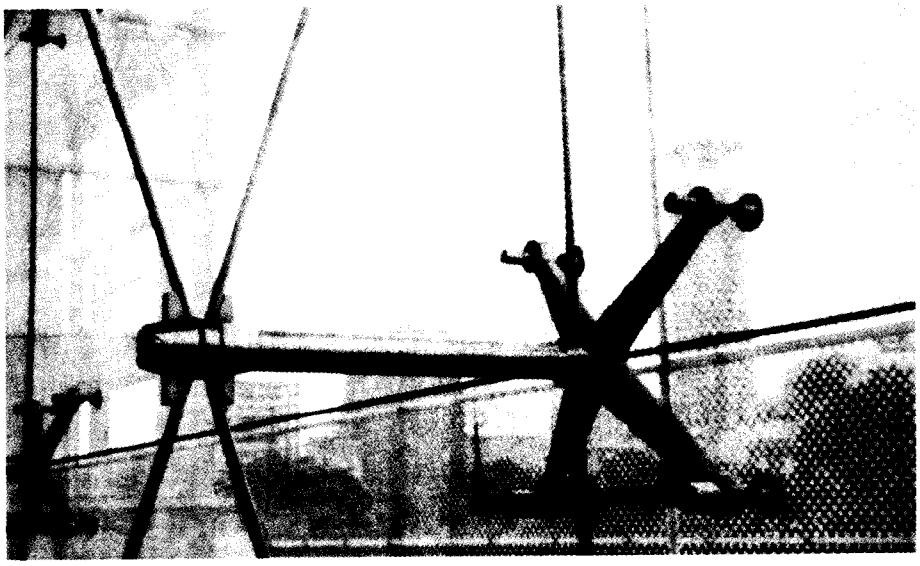


图 4-3-4-15　上海大剧院点式玻璃幕墙

（3）全玻式幕墙

全玻式幕墙的面板以及与建筑物主体结构的连接构件都由玻璃构成。连接构件通常做成肋的形式，并且悬挂在主体结构的受力构件上，特别是较高大的全玻式幕墙，目的是不让玻璃肋受压。玻璃肋可以落地，也可以不落地。但落地时应该与楼地面以及楼地面的装修材料之间留有缝隙，以确保玻璃肋不成为受压构件。玻璃肋与面板之间可以用结构胶粘结，也可以通过其他连接件连接，例如可以用钢爪来连接。为了安全起见，全玻式幕墙的高度必须控制在相关规范所规定的范围内。图 4-3-4-18 是上海体育场的悬挂式全玻幕墙的实例照片。

幕墙和上文所述的非承重外墙板一样，在安装时也必须考虑结构的安全性、施工的可能性以及对各种使用状态的适应性。图 4-3-4-19 所示的幕墙连接杆件在上下交接处要留出温度缝来，以适应材料的热胀冷缩；由图 4-3-4-20 所示的支撑

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

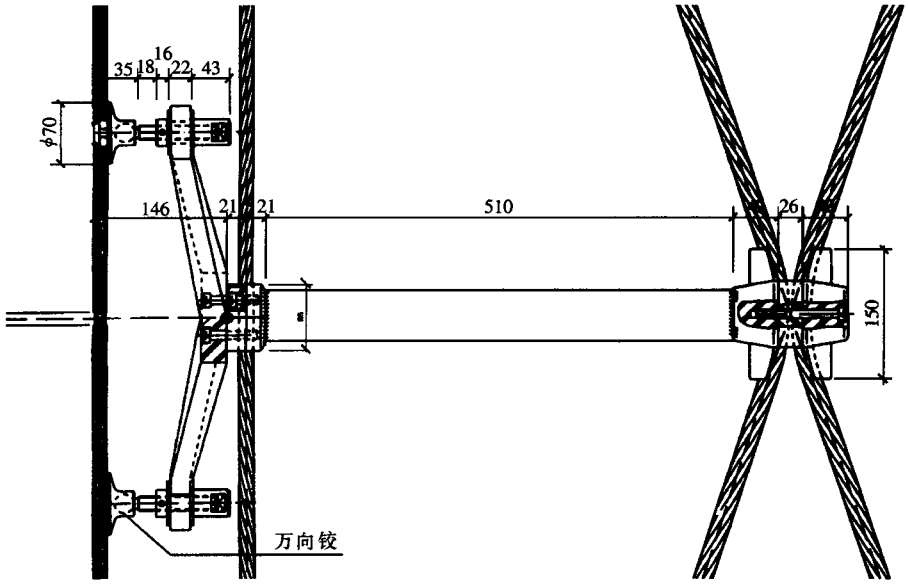


图 4-3-4-16　上海大剧院点式玻璃幕墙“爪”形连接件及支撑钢索

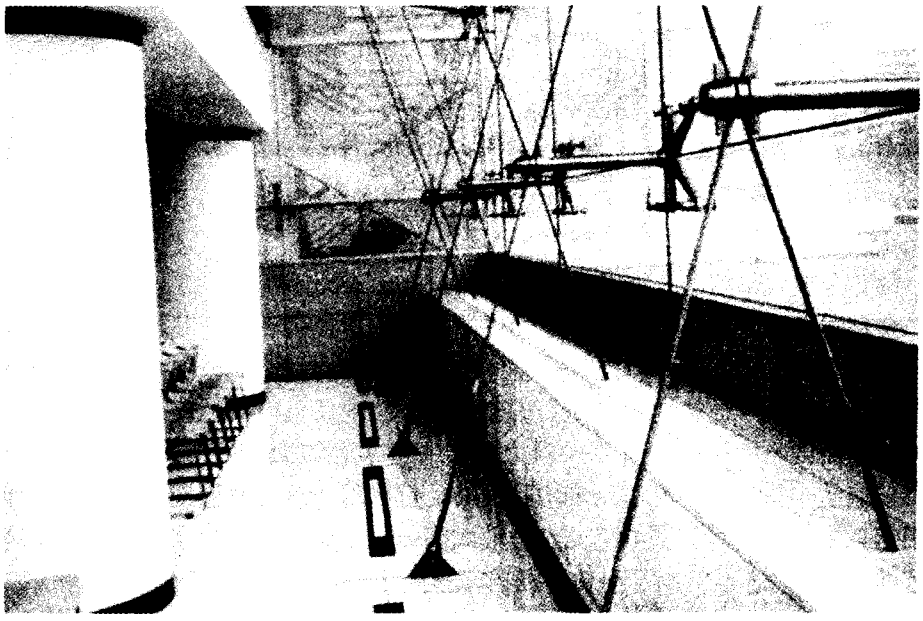
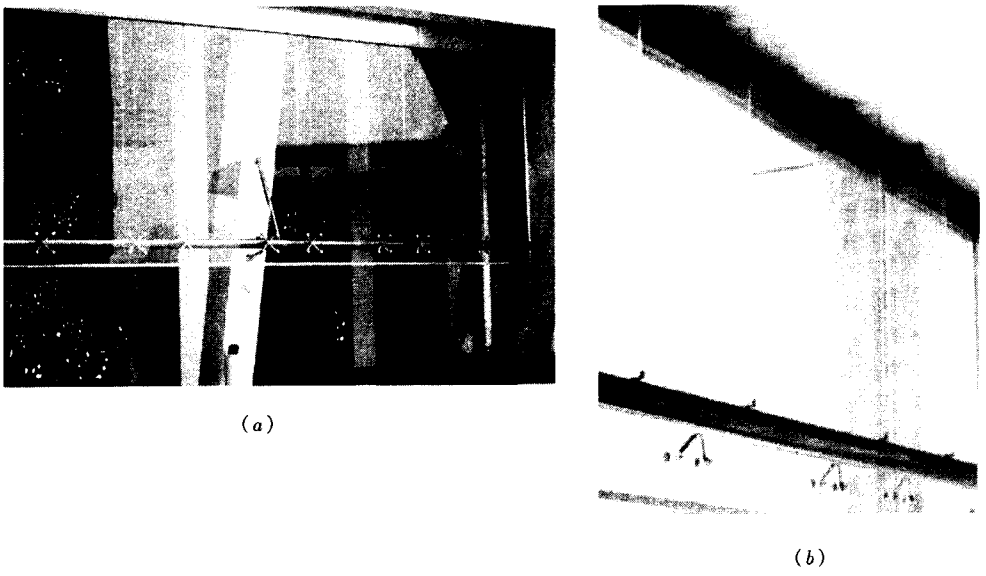


图 4-3-4-17　点式幕墙支撑构件与主体结构柔性连接



（a）　　（b）

图 4-3-4-18　悬挂式全玻幕墙实例

（a）悬挂式全玻幕墙由外部观看；（b）悬挂式全玻幕墙由室内观看

在圆钢管上的玻璃幕墙的安装节点中可以看出，其具有前后、左右各个方向调整安装精度以及适应变形的可能性。图 4-3-4-16 所给出的点式幕墙的安装节点详图，提供了藏在钢爪中的万向铰，像这样的构件的细部，其工作原理是非常明确的。

由于整个幕墙系统往往使用了大量的金属杆件和连接件，使得对幕墙的防雷要求特别严格。此外，连接杆件系统的存在，又往往会在建筑物的主体结构和幕墙面板之间留下了空隙，这对于消防也是很不利的，因为在火灾发生的情况下，这些空隙都是使火和烟得以贯通整栋建筑物的通道。为此，有关规定要求幕墙自身应形成防雷体系，而且与主体建筑的防雷装置应可靠连接。规范又规定幕墙在与主体建筑的楼板、内隔墙交接处的空隙，必须采用岩棉、矿棉、玻璃棉等难燃材料填缝，并采用厚度在 1.5mm 以上的镀锌耐热钢板（不能用铝板）封口。接缝处与螺丝口应该另用防火密封胶封堵。对于幕墙在窗间墙、窗槛墙处的填充材料应该采用不燃材料，除非外墙面采用耐火极限不小于 1.0h 的不燃烧体时，该材料才可改为难燃。如果幕墙不设窗间墙和窗槛墙，则必须在每层楼板外沿设置高度不小于 0.80m 的不燃烧实体墙裙，其耐火极限应不小于 1.0h（图 4-3-4-21）。

3. 幕墙的透气和通风功能控制

为了保证幕墙的安全性和密闭性，幕墙的开窗面积较少，而且规定采用上悬

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

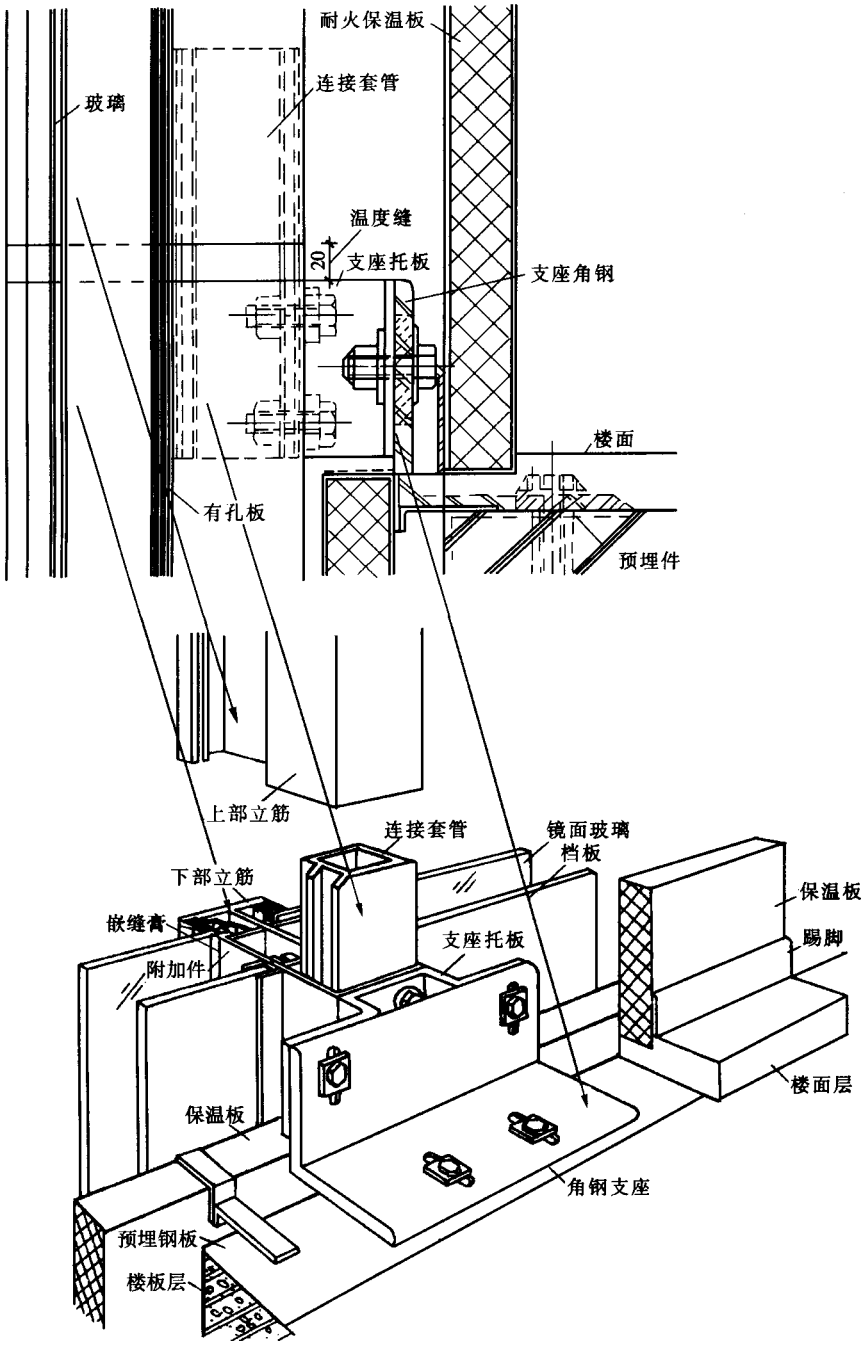


图 4-3-4-19　幕墙与主体结构的连接杆件在上下连接处的细部处理

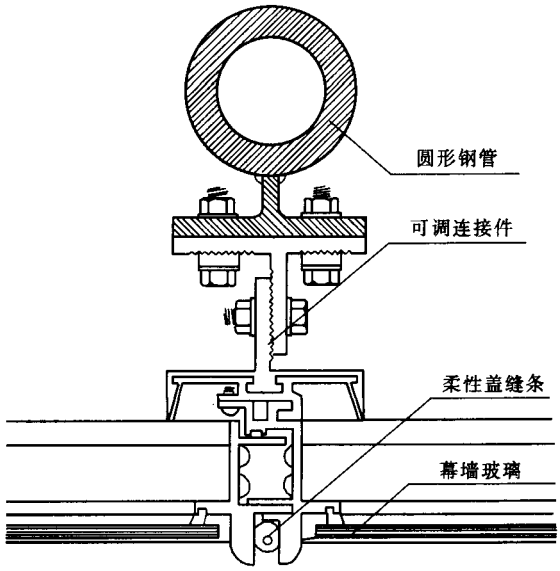


图 4-3-4-20　可调节的构件在玻璃幕墙安装中的作用

窗，开启角度及外伸尺寸也有一定的限制，并应设有限位滑撑构件。此外，点式幕墙由于不用框格，也很难开窗。这样室内的空气质量就相对较差，用设备换气的话能耗又较高。近年来经对幕墙的研究和改良，有一类双层幕墙较好地解决了大面积使用幕墙的建筑物的“呼吸”问题。图 4-3-4-22 所示的幕墙在每层上下均留有空气进出的通道。外层玻璃不开启，可以提高节点间的密闭性能；而内层玻璃可在需要换气时开启，玻璃夹层中可放置百叶。这样一来，当夏季气温较高时，夹层内的空气受热上升，从上部排出，底部的较冷空气又进来补充，有利于减少室内外热量的交换，节能效果较好。在冬季的寒冷时段，关闭进风口又可以利用幕墙间的夹层形成“温室效应”。如果室内需要换气，可以随时打开进气口。上文中图 4-3-4-14（c）所示的正在进行整体单元安装的双层玻璃幕墙，就属于这种类型。

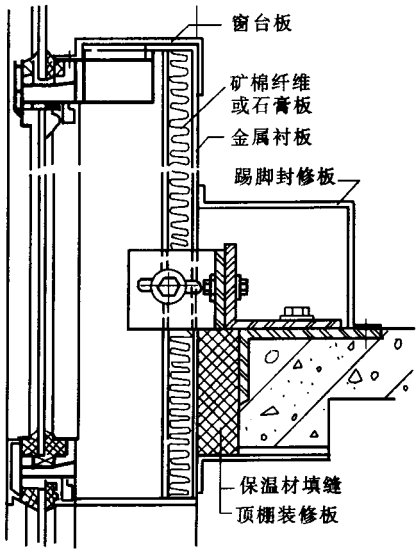
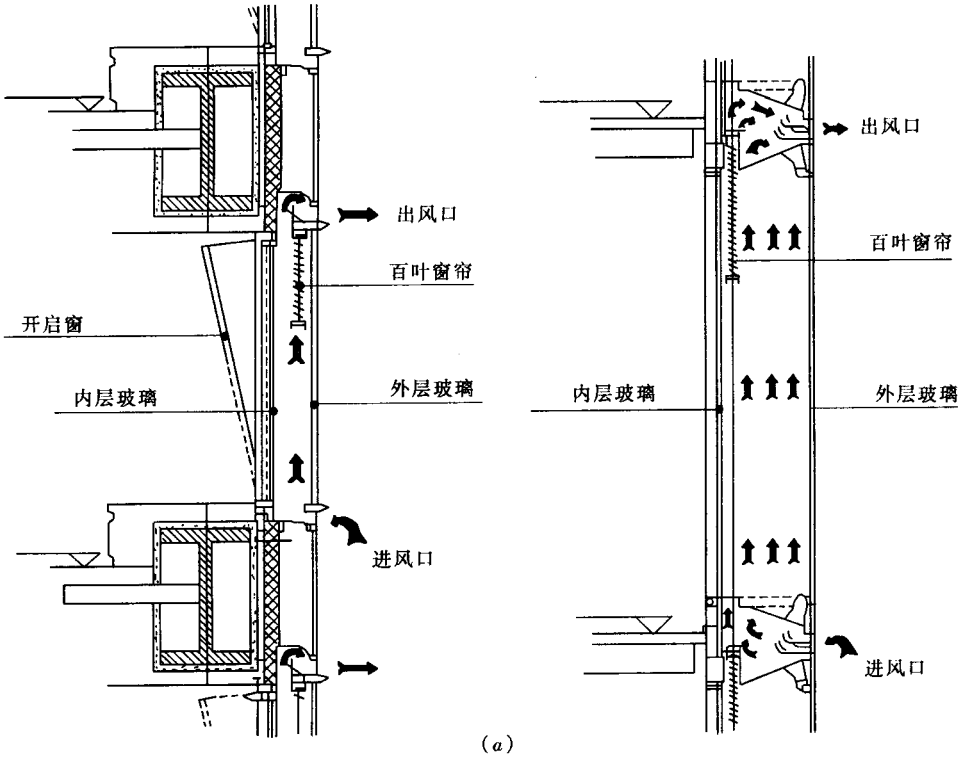
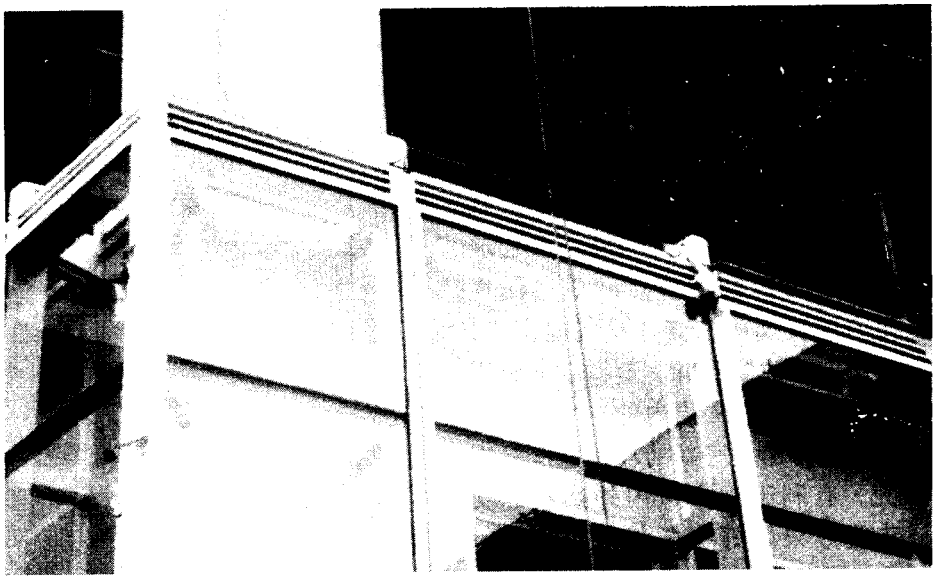


图 4-3-4-21　玻璃幕墙防火处理

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



（a）



（b）

图 4-3-4-22　可“呼吸”的双层玻璃幕墙

（a）可“呼吸”的双层玻璃幕墙工作原理；（b）可“呼吸”的双层玻璃幕墙实例

第4章　墙及楼地面面层

建筑物构件的外表面需要进行处理，添加合适的面层。面层的主要作用是对建筑物和建筑构件进行保护，并且起到美观的作用。

可以用作建筑构件面层的材料非常多，应该根据构件的不同部位以及使用要求合理选用。此外，面层材料的安全性能，特别是有毒物质和放射性物质的含量以及燃烧性能等，都必须控制在相关规范所规定的范围内。

行业中把装修材料的燃烧性能等级定义为：

A级，不燃性；

B_1级，难燃性；

B_2级，可燃性；

B_3级，易燃性。

不同的建筑物及场所按照建筑规模和性质的不同对装修材料的燃烧性能等级要求不同。在同一场所，一般说来对顶棚的要求最高，因为火在燃烧时具有向上蔓延的趋势。位于地下的场所燃烧性能等级要求也较高，因为火灾时火的蔓延方向与人的逃生方向往往是一致的。

鉴于建筑物墙及楼地面层的构造做法有很多相同的地方，本章将就其中最常见的做法按照施工工艺分粉刷类、粘贴类、钉挂类和裱糊类，做一个综合性的介绍。

4.1　粉刷类面层

粉刷类工艺是以水泥加上骨料在现场对基层的砖石砌体和水泥制品、混凝土构件等通过反复大面积的湿作业涂抹修整，得到大致平整的表面，然后再进行表层加工和处理的工艺。

4.1.1　粉刷类面层常用的材料

粉刷类面层常用的材料有各类砂浆、添加用细骨料、腻子和各种表面涂料。

粉刷用的砂浆中的水泥一般采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥，强度等级不低于42.5。砂子是砂浆中的主要骨料。砂子宜使用中砂或粗砂，其中含泥量≤3%。石灰膏的熟化天数在常温下≥15天，用作罩面材料时≥30天。常用的砂浆配合比为：水泥砂浆（水泥：黄砂）1∶2、1∶3；混合砂浆（水泥：石灰：砂子）

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

1:1:4、1:1:6。此外，还有水泥石屑（水泥:石屑）1:3以及灰砂（石灰膏:黄砂）1:3等。另有麻刀灰（加麻筋的石灰膏）、纸筋灰（加纸筋的石灰膏）以及添加高分子聚合物的聚合物砂浆和添加减水剂、密实剂等的防水砂浆。

水泥砂浆的强度和防水性能较好，适用于地面粉刷、墙面的阳角处和其他有可能经常受到碰撞的地方的粉刷，还有湿度较大的场所如有水的实验室、厨房、卫生间等处的粉刷。混合砂浆的和易性较好，适用于混凝土楼板的板底粉刷和一般的墙面粉刷。聚合物砂浆的粘结力和抗拉伸的能力均较好，适用于硅酸盐砌块、加气混凝土砌块的墙面以及楼板的板底粉刷。防水砂浆可用于防水工程中。麻刀灰、纸筋灰等可用于墙面和板底砂浆粉刷的表层处理，也可用于附加金属网的墙面和顶棚的底层和中层抹灰。

添加用细骨料是指各种粒径较小的石质颗粒物或小块的碎石等材料，用来添加到砂浆中或者用来代替砂浆中的黄砂，使得被装修部位的表层呈现不同的色泽和质感。

腻子是各种粉剂和建筑用胶的混合物，质地细腻，较稠易干，用来抹在砂浆表面以填补细小空隙，取得进一步平整的效果。

涂料按其性状可分为溶剂型涂料（如溶剂型聚丙烯酸酯涂料）、水溶性涂料（如聚乙烯醇水玻璃内墙涂料）、乳液型涂料（如聚丙烯酸酯乳液涂料）和粉末涂料等。按其主要成膜物质性质可分为有机系涂料（如聚丙烯酸酯外墙涂料）、无机系涂料（如硅酸钾水玻璃外墙涂料）、有机－无机复合系涂料（如硅溶胶－苯丙复合外墙涂料）等。按其涂膜状态可分为薄质涂层涂料（如苯丙乳液涂料）、厚质涂层涂料（如乙丙厚质型外墙涂料）、砂壁状涂层涂料（如苯丙彩砂外墙涂料）、彩色复层凹凸花纹外墙涂料等。其中外墙涂料需要有较好的弹性及耐气候性；内墙涂料需要有较好的质感和较强的装饰效果；地面涂料则需要有较高的强度，耐磨且抗冲击能力较好。常用外墙涂料有苯丙乳液涂料、纯丙乳液涂料、溶剂型聚丙烯酸酯涂料、聚氨酯涂料以及砂壁状的涂料如机硅改性聚丙烯酸酯乳液型和溶剂型外墙涂料、弹性涂料等。常用内墙涂料有醋酸乙烯乳液涂料、丙烯酸酯内墙乳液涂料、聚乙烯醇内墙涂料和多彩涂料等。常用地面涂料有过氯乙烯水泥地面涂料、氯偏乳液地面涂料、环氧树脂自流平地面涂料、聚氨酯地面涂料、氯化橡胶地面涂料等。除此之外，还有一些特殊涂料，如防水涂料、防火涂料、防霉涂料和防腐蚀涂料等等。

4.1.2　粉刷类面层常用的施工工艺

粉刷类面层的工艺主要分为打底（又称找平、刮糙）、粉面（又称罩面）和表层处理三个步骤。

打底层抹灰具有使装修层与基层墙体粘牢和初步找平的作用，故又称找平层。为了与其他层次牢固结合，其表面需用工具搓毛，故在工程中又称之为刮

糙。鉴于砂浆在结硬的过程中容易因干缩而导致开裂，因此找平的过程必须分层进行，而且每层的厚度应控制在：

水泥砂浆：5～7mm；

混合砂浆：7～9mm；

麻刀灰：≤3mm；

纸筋灰：≤2mm。

找平所需要的层数由基底材料性质、基底的平整度及具体工程对面层的要求来决定。行业的习惯是控制整个粉刷面层（包括打底和粉面）的总厚度。例如墙面一般抹灰 20mm，高级抹灰 25mm，室内踢脚处和墙脚勒脚处 25mm，楼板底 15mm 等。

面层抹灰是对整个面层所做的最后修整，达到表面平整、无裂痕的要求。面层抹灰完成后的外表面大多是用工具压平抹光的，不像找平层那样表面毛糙，但也可以用工具在表面进行拉毛、刻痕等处理，以追求特殊的质感（图 4-4-1-1）。在工程中一般常用强度较低的砂浆打底，用同类强度较高的砂浆粉面。例如用 20 厚1:3水泥砂浆打底，1:2 水泥砂浆粉面；或用 20 厚 1:1:6 混合砂浆打底，1:1:4 混合砂浆粉面等。但较硬的面层不宜做在较软的底层上。

由于砂浆干硬后的表面仍不够细腻，所以除有其他要求外，还要对其进行表层处理。通常可以用较为细腻的纸筋灰等再抹面，或直接用腻子抹平磨光后，根据设计的要求做涂料。涂料一般分为底涂和面涂。其所用材料略有区别。底涂用于封底。待其干燥后起码做面涂两道以上，方可取得色泽均匀、面膜牢固的效果。图 4-4-1-2 是某室内粉刷面层做法实例。

此外，通过在粉面层材料中添加其他细骨料，或是改变粉面层材料的组合，例如用碎石来取代砂子等等，

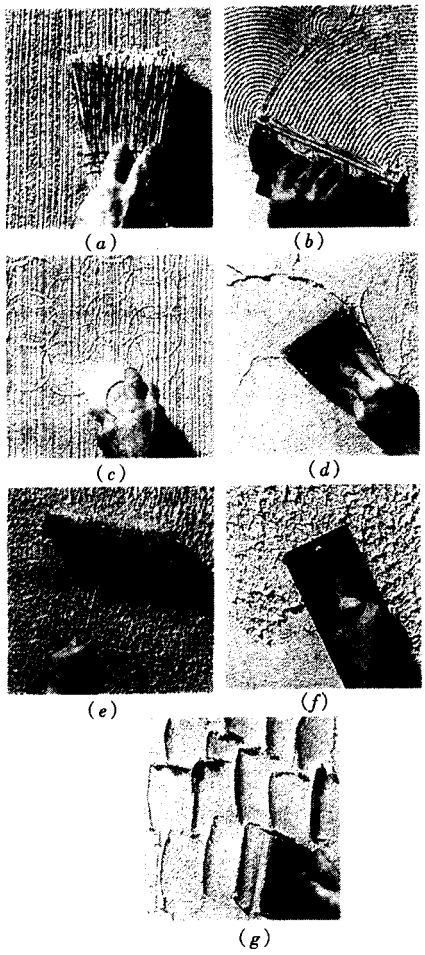


图 4-4-1-1　做出砂浆粉刷特殊效果

（a）拉直线；（b）拉弧线；（c）刻印；（d）挤压；（e）滚涂；（f）拉毛；（g）推拉

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

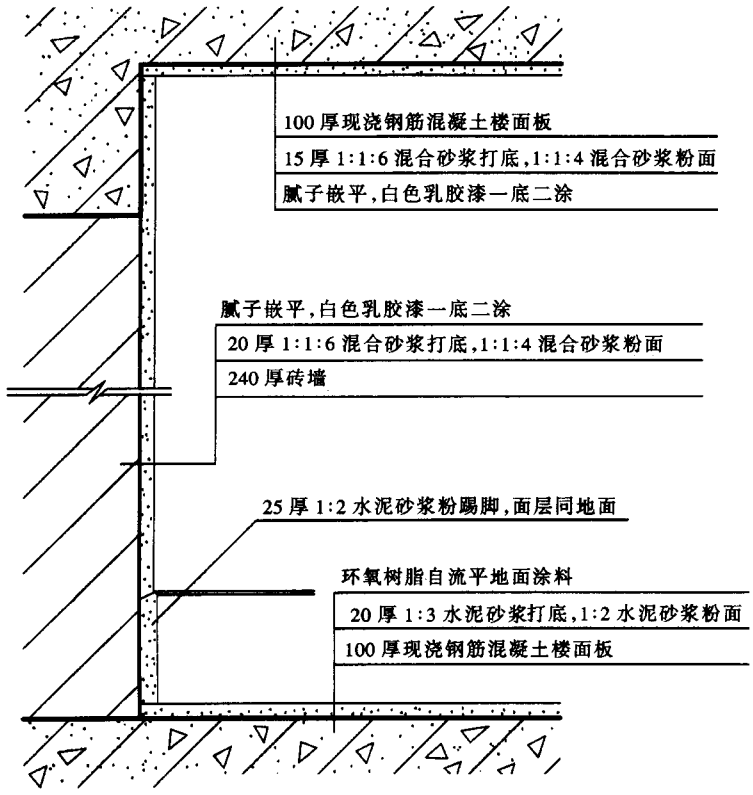


图4-4-1-2　某室内粉刷面层做法实例

还能够通过相应的施工工艺做出许多具有天然色泽和不同质感的粉刷效果来。表4-4-1-1是几种此类饰面的基本构造层次和做法。

几种添加石骨料的粉刷面层的构造做法　　**表4-4-1-1**

面层名称	构造层次及施工工艺
水刷石	15厚1:3水泥砂浆打底，水泥纯浆一道，10厚1:1.2～1.4水泥石渣粉面，凝结前用清水自上而下洗刷，使石渣露出表面
干粘石	15厚1:3水泥砂浆打底，水泥纯浆一道，4～6厚1:1水泥砂浆＋803胶（或水泥聚合物砂浆）粘结层，3～5厚彩色石渣面层（用甩或喷的方法施工）
斩假石	15厚1:3水泥砂浆打底，水泥纯浆一道，10厚1:1.2～1.4水泥石渣粉面，用剁斧斩去表面层水泥浆或石尖部分，使其显出凿纹
水磨石	15厚1:3水泥砂浆打底，分格固定金属或玻璃嵌条，1:1.5水泥石渣粉面（厚度视石渣粒径），表面分遍磨光后用草酸清洗，晾干、打蜡

做在外墙面上的大面积的粉刷在昼夜温差的作用下周而复始地热胀冷缩，容易开裂，因此在施工时应预留引条线。即用木制引条将粉面层分格，待完成粉面层后取出引条，留下变形所需要的空隙（图4-4-1-3）。引条线内也可用密封膏嵌缝。

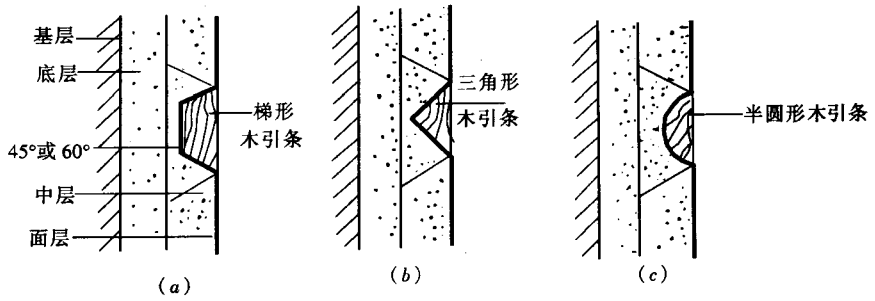


图 4-4-1-3　外墙粉刷引条线做法

（a）梯形引条线；（b）三角形引条线；（c）半圆形引条线

对于建筑物墙面的阳角部分，即便大面积用混合砂浆粉刷，这些部位也应用水泥砂浆打底，如图 4-4-1-4 所示。其面层部分可按设计处理。

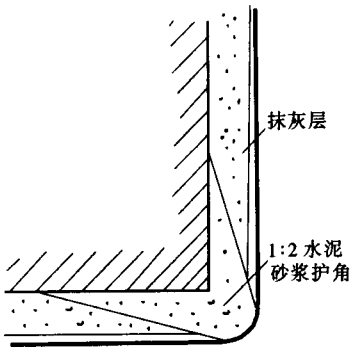


图 4-4-1-4　墙面阳角处水泥砂浆护角做法

4.2　粘贴类面层

粘贴类工艺是在对基层进行平整处理后，在其表面再粘贴表层块材或卷材的工艺。

4.2.1　粘贴类面层常用的材料

粘贴类面层除常用粉刷类所用的打底材料进行基底的平整度处理外，表面粘贴的材料主要有各种面砖、石板、人工橡胶的块材和卷材以及各种其他人造块材。

面砖的品种非常多，系以陶土或瓷土为原料，经加工成型、煅烧而制成的产品。陶土面砖和瓷土面砖都可分为有釉和无釉两种，表现为表面有光或亚光。另有一种小块面砖称“马赛克”，又称锦砖，并按成分分为陶瓷锦砖和玻璃锦砖。生产时将小片马赛克拼贴在牛皮纸上，以方便安装，故而又称纸皮砖。面砖多用于建筑室内，用于地面的面砖应当选择具有防滑功能的品种。

用作装饰面层的石材品种也很多。天然石材按照其成因可分为火成岩（以花岗石为代表）、变质岩（以大理石为代表）和沉积岩（以砂岩为代表）。火成岩质地均匀，强度较高，适宜用在楼地面；变质岩纹理多变且美观，但容易出现裂纹，故适宜用在墙面等部位。沉积岩质量较轻，表面常有许多孔隙，最好不要放在容易污染，需要经常清洗的部位。天然石材在使用前应该通过检验其放射物质的含量应在法定标准以下。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

天然石材的表面可以经由磨光、火烧、水冲等工艺形成镜面、光面、毛面等效果。为了减轻面层的自重，可以将薄层的天然石片与蜂窝状的金属、塑料等制成复合材料。为了取得大面积石材的色泽和纹理均匀一致，还可以将碎大理石与和聚酯树脂混合制成人造石材，其质量较天然石材小，但强度较高，是应用十分广泛的产品。

人工橡胶的块材和卷材产品近年来发展也较快。由于可以添加金刚砂等材料增加表面摩擦力，有较好的防滑效果；又可以加工成多种色彩及表面纹理，施工也很简便，有的产品还能够通过热融接的方法使单片制品之间施工后没有缝隙，方便清扫，所以大量用作商场、医院、展示空间和其他公共场所的地面材料。

此外，小片的竹、木制品、成张的软木制品以及它们与其他材料的复合制品等等，都可以用来作为粘贴类面层的表面材料。

4.2.2　粘贴类面层常用的施工工艺

粘贴类面层的工艺主要分为打底、敷设粘结层以及铺贴表层材料等三个步骤。

打底工序的施工方法及要求同粉刷类面层中的打底工艺。

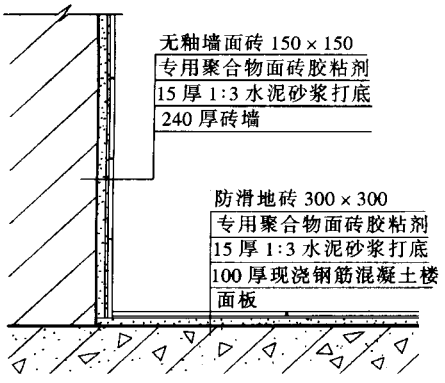


图 4-4-2-1　粘贴墙地砖做法

粘结层所用的粘结材料各不相同。其中面砖可以用添加建筑用胶的水泥浆或1:0.5～1:1的水泥砂浆粘贴，也可以用成品的胶粘剂粘贴（图4-4-2-1）。石材也可以用添加建筑用胶的水泥砂浆粘贴，但墙面和地面有所不同。用于地面的天然石材一般比较厚重，厚度通常在25mm及以上，人造石材一般也在15～20mm左右，一般要用水泥砂浆铺设，而且一般水泥砂浆在未干硬前难以支承其重量而达到表面平整的效果，因此地面石材通常用30厚1:3的干硬性水泥砂浆垫底，直接在上面铺设面材（图4-4-2-2）。而用于墙面的天然石材如果要用和粘贴面砖同样的方法施工，就必须选用单片面积较小而且厚度也较小的块材，否则难以固定，且较易脱落。一般厚重的大片石材必须用钉挂的方法在墙面上安装，本章下一节将对此作较详细的介绍。

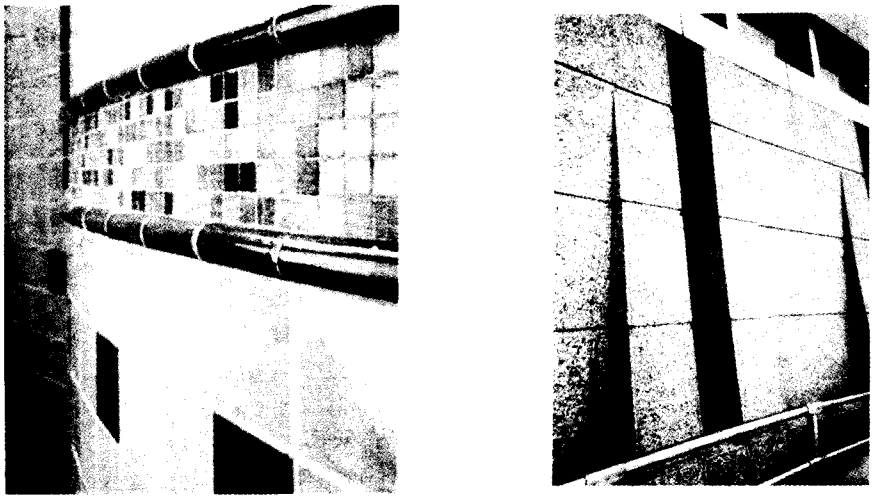
至于其他可用粘贴类工艺施工的表面块材及卷材，一般都有配套的粘结产品可供使用。在选择面材时可一并选用。

粘贴类面层的面材之间的缝隙需要作填缝或擦缝处理。一般较为光洁的面层材料和较细的缝可用水泥纯浆擦缝，例如除设计有特殊要求外，规整的，特别是表面作镜面处理的石材板块之间的缝宽应≤1mm，这时只能够用水泥浆擦缝。较宽的板材之间的缝隙，例如普通面砖之间的缝隙，可以用白水泥调色粉擦缝，也



图 4-4-2-2　用干硬性水泥砂浆铺贴地面石材的施工实例

可以用 1:1 稀水泥砂浆填缝，还可以用近似颜色的成品高聚物填缝材料填缝。对于较大块的碎石或者表面烧毛的花岗石之间在 10mm 左右的缝隙，除了用 1:1 ~ 1:2的水泥砂浆填缝外，还要进行勾缝的处理。像上图 4-4-2-2 中地面石材表面的粉末状物质就是用来填缝的白水泥。从图 4-4-2-3 中可以看到不同块材的缝宽及填缝情况。



（a）　　（b）

图 4-4-2-3　不同块材贴面的留缝及缝宽处理

（a）内墙面砖留缝及填缝实例；（b）外墙面石材留缝及填缝实例

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

4.3　钉挂类面层

钉挂类工艺是以附加的金属或者木骨架固定或吊挂表层板材的工艺。其中用于地面的主要是架空的木地板；用于墙面的主要是各种附加的装饰墙面板；用于楼板底的主要是各类吊顶。习惯上将木地板的附加骨架称为搁栅；将装饰墙面板的附加骨架称为墙筋；而将吊顶的附加骨架称为龙骨。

4.3.1　钉挂类面层常用的材料

钉挂类面层的骨架用材主要是铝合金、木材和型钢。有时也可以用单个的金属连接件代替条状的骨架。

钉挂类面层的面材主要有各种天然和复合木板、纸面石膏板、硅钙板、吸声矿棉板，金属板如铜、不锈钢、塑铝板等，以及玻璃。此外如果表层是采用软包装，材料还可包括各类天然和人造的皮革以及各类纺织品。

4.3.2　钉挂类面层常用的施工工艺

1. 架空木地板的施工工艺

架空木地板的搁栅经在地面弹线定位（中距≤400mm）并钻孔打入木楔或塑料楔后，以每个连接点一钉一螺固定。搁栅的表面只要用2m的直尺检查时尺与搁栅间的间距不大于3mm，做到表面基本平直就可以，不一定需要先在基层上做找平层。因为搁栅的木料属于粗加工的材料，本身的尺寸未必完全统一。不平整处可以用木楔调整。调整后在上面钉上约16～20厚的企口木地板。地板钉一般从企口处的侧边钉入，以防止钉头外露（图4-4-3-1）。

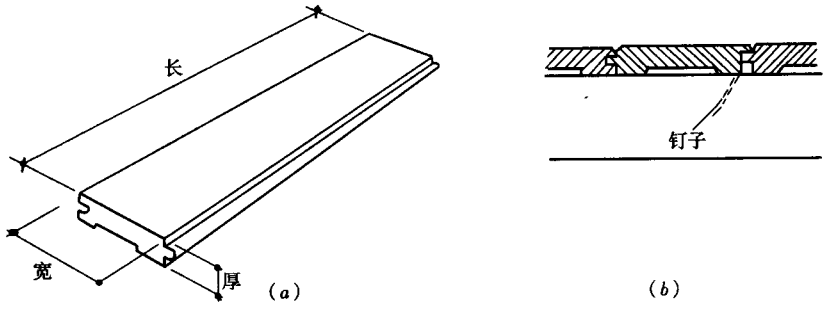


图4-4-3-1　企口木地板的安装

（a）企口木地板；（b）木地板钉自企口处钉入

因为木地板和木搁栅属于天然材料，遇到潮湿和干燥的天气会膨胀或干缩变形，而木地板间的缝隙又不得大于1mm，所以规范规定搁栅应该离墙30mm、木地板应离墙8～10mm铺设，以留出变形的余地（图4-4-3-2）。

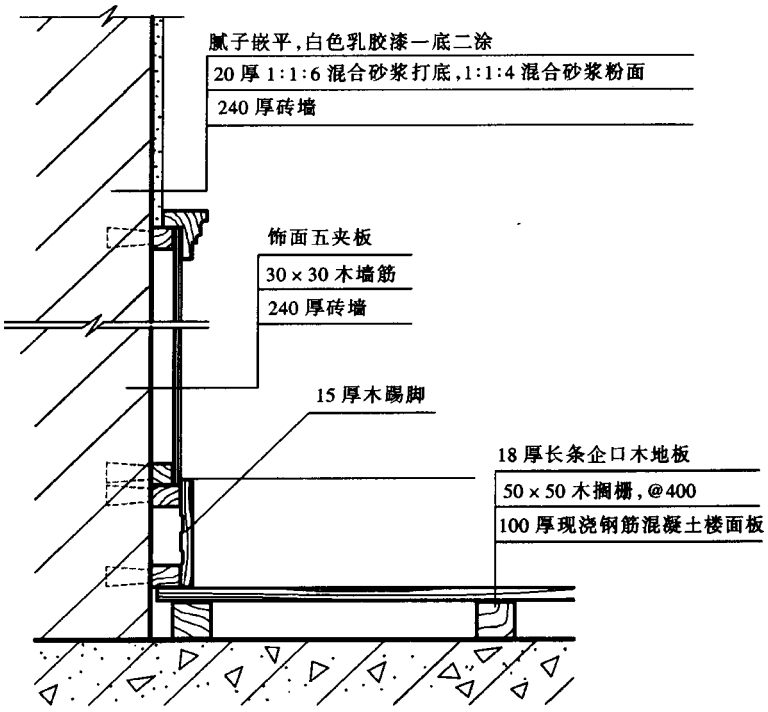


图 4-4-3-2　单层架空木地板构造

木地板在铺钉完成后，表面可以用机械打磨平整，然后上漆。

有一些场所对架空木地板有特殊的要求，例如室内运动场馆、练功房、舞台等，使用者往往会有较为激烈的运动，为了减轻发生碰撞时产生危险的可能性，需要在架空地板的搁栅下设置弹性钢弓或羊毛毡、橡胶条等缓冲装置（图 4-4-3-3 ~

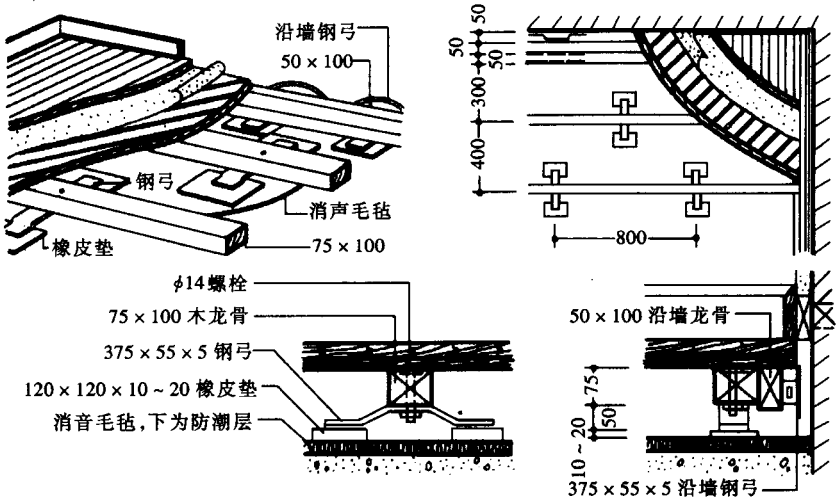


图 4-4-3-3　用钢弓的弹性木地板构造

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

图 4-4-3-5)。有些娱乐场所如舞厅等，为了提高地板的舒适性，也可以做这样的弹性架空地板。

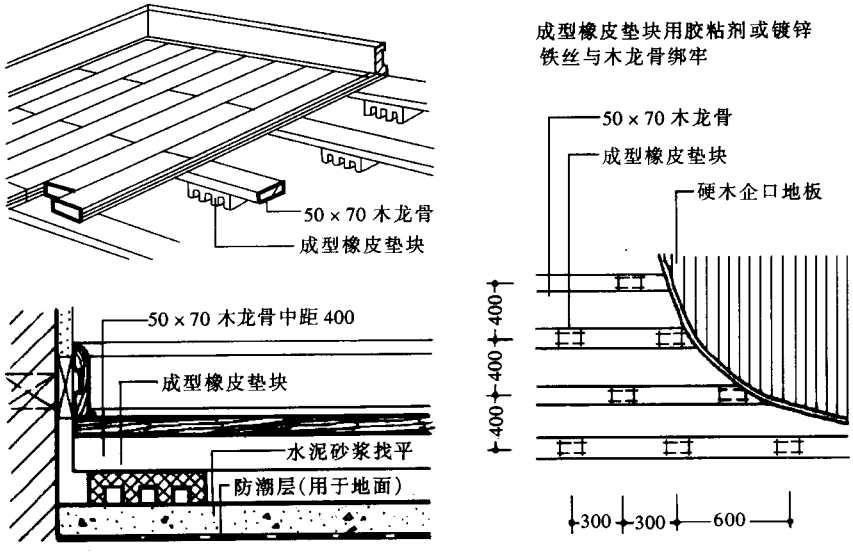


图 4-4-3-4　用橡皮垫块的弹性木地板构造

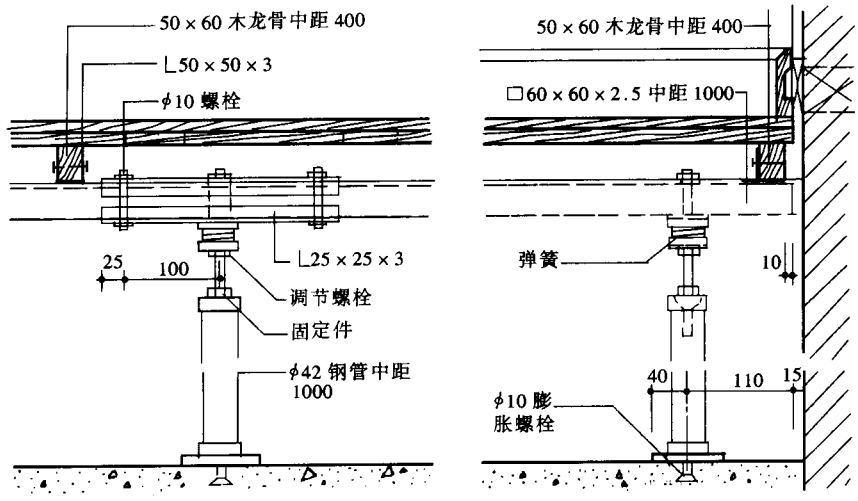


图 4-4-3-5　用地弹簧的弹性木地板构造

拼花处理，可以在搁栅上面先成 45°角铺设约 20mm 厚的毛板一层，以方便面层各个方向地板条的铺钉。为了防止两层地板间在人走动时发出噪声，需要在中间铺上一层油纸、油毡或无纺布（图 4-4-3-6)。

市场上有一些刷过漆的木地板，俗称“漆板”。还有一些复合型的木地板，

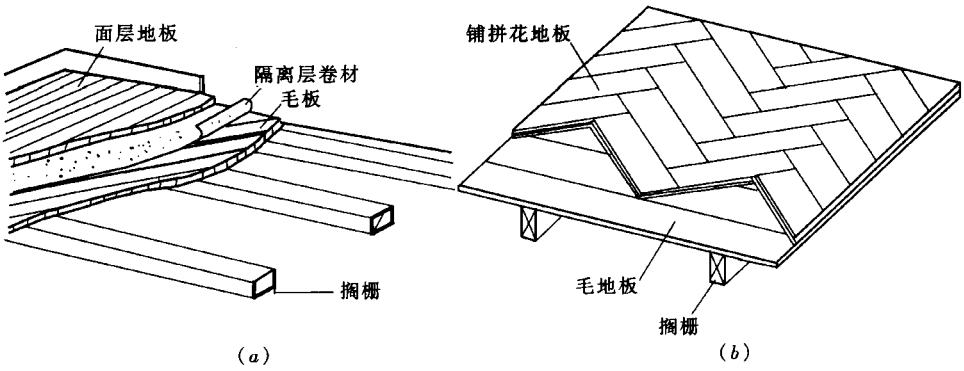


图 4-4-3-6　双层木地板构造

(a) 双层木地板构造层次；(b) 毛板与拼花面板成角度布置

表面亦经处理。像这类材料用于单层架空木地板的铺设较困难，因为木搁栅表面很难达到漆板等所要求的平整度，而这些板材又不适宜在铺钉后再重新将表面磨平处理。最好的做法是先在地面基层上做找平层，然后满铺一层发泡塑料膜后再直接于铺这类地板。如果需要快速安装，而基层又是现浇板，平整度本来就较好的话，可以不用砂浆而用环氧树脂自流平地面涂料做找平层。虽然材料较贵，但节省了大量的时间和人工，施工质量也较好。

2. 附加装饰墙面板的施工工艺

附加装饰墙面板的施工工艺在室内可以参照上一章中立筋式轻质内隔墙的做法，其墙筋用料可以比隔墙的立筋小，因为它可以依附在需要做装饰面板的基层墙面上，而不用依靠自身的刚度来支撑。墙筋的间距视面板分割的需要及面板的刚度而定（图 4-3-3-2）。墙筋的安装方法在砌体墙上可以使用类似于固定架空木地板的木搁栅的方法直接钉入，或者砌入留有预埋铁的钢筋混凝土砌块。在钢筋混凝土墙面上则可以用打入膨胀螺栓的方法进行固定。用于室外的附加装饰墙面板的施工工艺可以参照上一章中基层墙板加上装饰外墙板的做法。

对于一些重型或单块面积较大的装饰面板例如石板等，出于安全及施工可能性方面的考虑，无论用在室内外，都应该用金属连接件来固定。根据连接件的形式，这些石板需要在侧边或是靠近墙体的内侧开孔或开槽以使连接件能够插入（图 4-4-3-7 ~ 图 4-4-3-10）。近年来还有在工厂里事先在石板中打入带罗口的锚

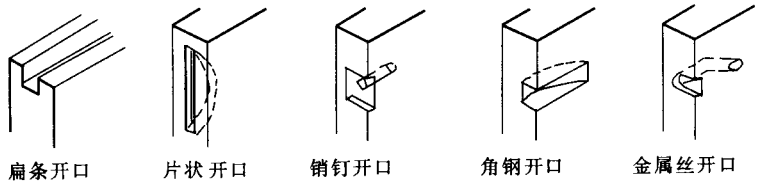


图 4-4-3-7　挂装的石材开口的情况

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

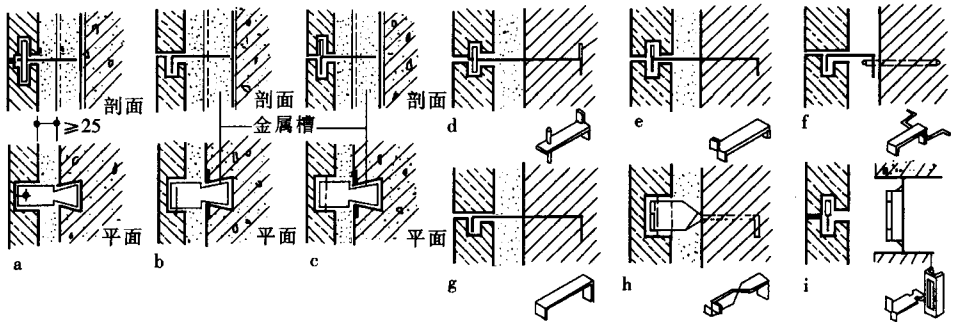


图 4-4-3-8　片状连接件及其挂装石材的方法

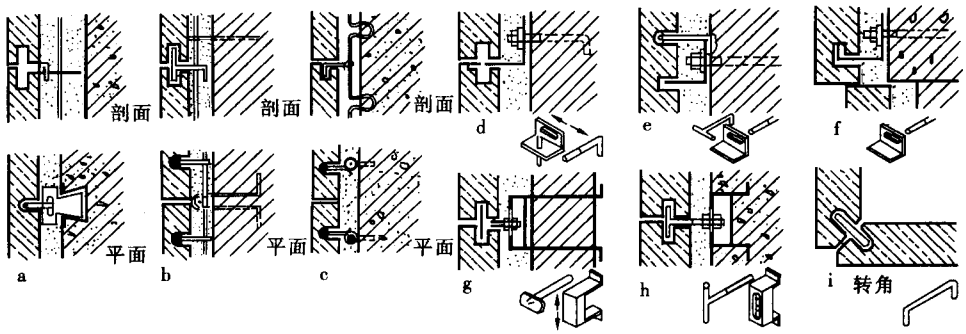


图 4-4-3-9　杆状连接件及其挂装石材的方法

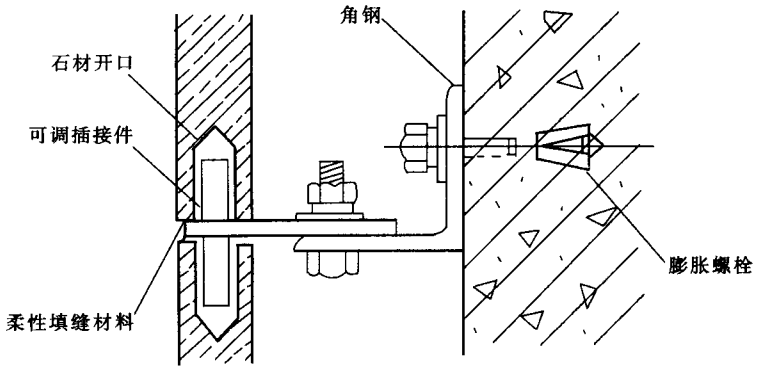


图 4-4-3-10　可调式石材挂装连接件示意

栓，运到工地安装的方法，称为背栓法（图 4- 4-3-11）。连接石板的连接件最好具有调节的功能，以方便调整石板表面的平整度以及板缝的宽度。对于位于外墙面，特别是高大建筑物外墙上的石材饰面，连接节点还应当具有适应风压以及热胀冷缩的应力所引起的变形的能力。

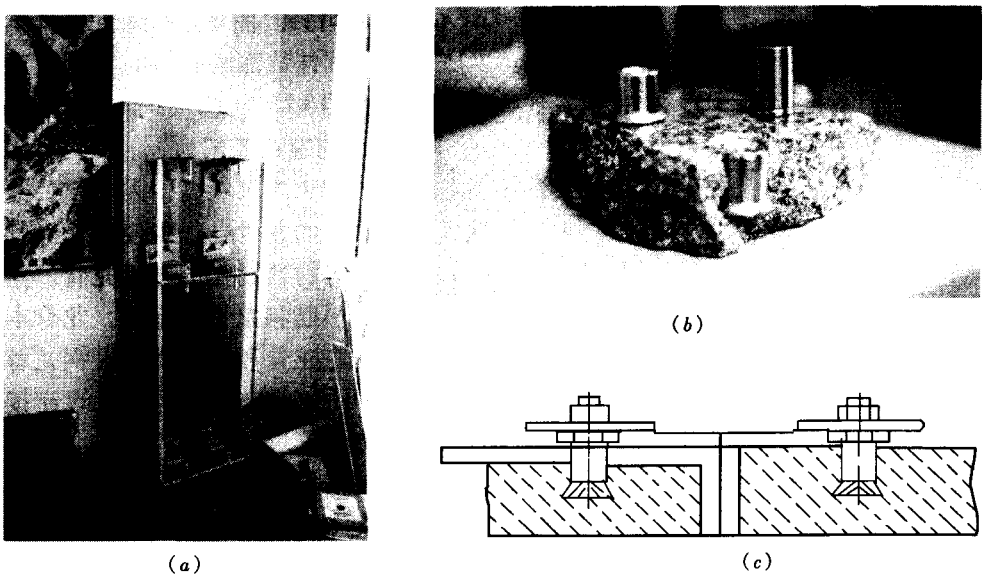


图 4-4-3-11　用锚栓锚固石材的工艺示意

(a) 用锚栓锚固石材的工艺；(b) 预先打入锚栓的石材；(c) 可用锚栓调节石材面板的安装尺寸

附加装饰墙面板与基层墙体之间的空隙中可以根据具体情况填入具有隔声、防水、保温等功能的材料，也可以填入固结材料，如在石板与墙体基层间灌入水泥砂浆，使基层与面层之间牢固粘结（图 4-4-3-12）。但近年来的趋势是保持基

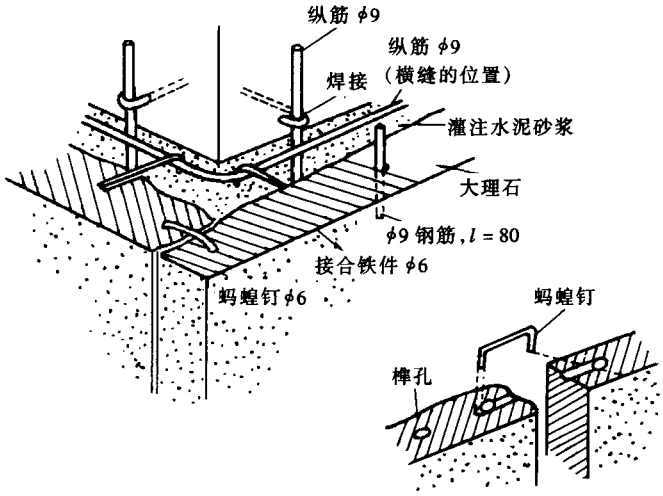


图 4-4-3-12　间层中灌水泥砂浆的石墙面

层与面层之间的独立性，俗称“干挂”，这样有助于面层的维修更换。甚至于对面层板材之间的缝隙也做离缝处理。这种方法应用在外墙面上时，间层中空气的流通可以帮助起到有如本书上一章中所提到的可“呼吸”的双层玻璃幕墙的隔热作

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

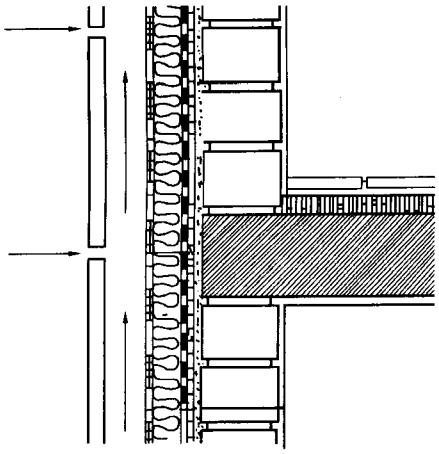


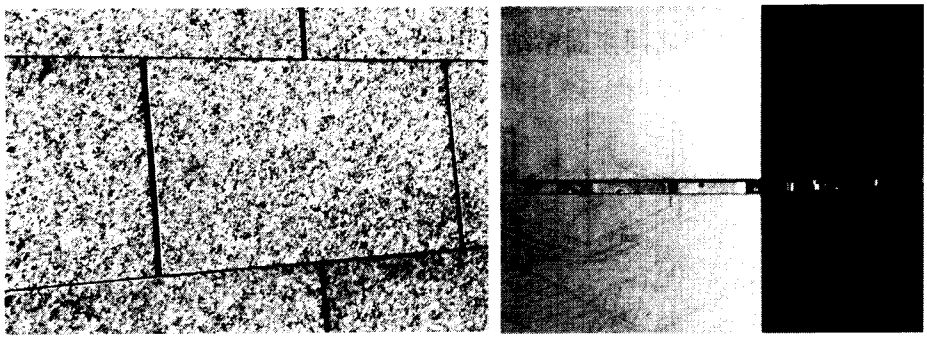
图 4-4-3-13　离缝干挂面板对改善外墙热工性能的作用示意

用（图 4-4-3-13）。图 4-4-3-14 和图 4-4-3-15 分别是干挂装饰墙面板的实例外观和构造做法。

3. 吊顶的施工工艺

吊顶的防火要求较高，因此在公共建筑中，木质的龙骨已很少使用，而代之以铝合金等材料制作的轻钢龙骨。龙骨系统包括吊筋和龙骨两部分，龙骨本身又可分为主龙骨和次龙骨。轻钢龙骨的构件之间还有许多配套使用的连接件，可以方便安装。

吊顶的吊筋可以在楼板施工的过程中预留（图 4-4-3-16），也可以用膨胀螺栓打入楼板底部固定。但如果楼板的状况使得膨胀螺栓难以发挥拉结作用，例如是预制钢筋混凝土多孔板的话，出于安全方面的考虑，应当设法以墙或者梁等构件为支座，通过增加小型钢梁等方法，给吊筋以有效的连接点。



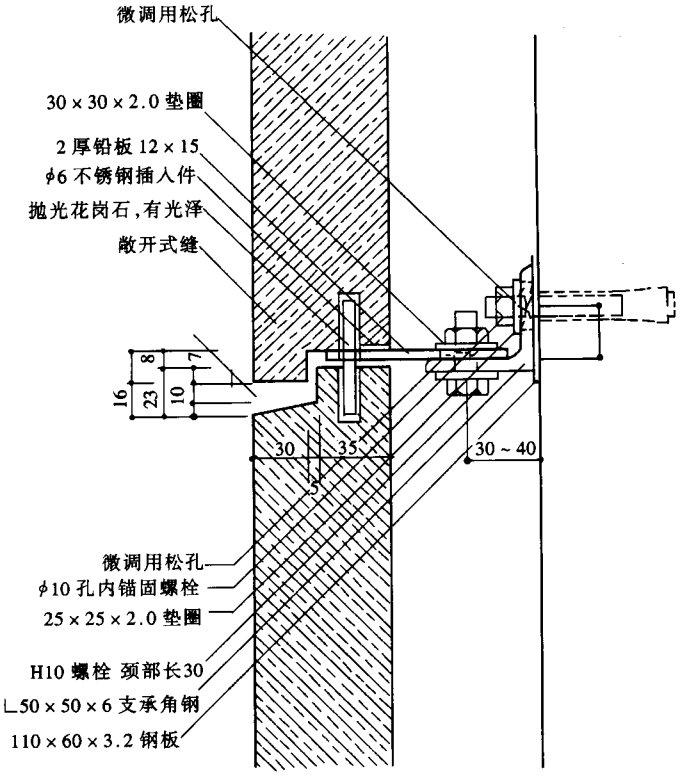
（a）　　（b）

图 4-4-3-14　离缝干挂面板实例二则

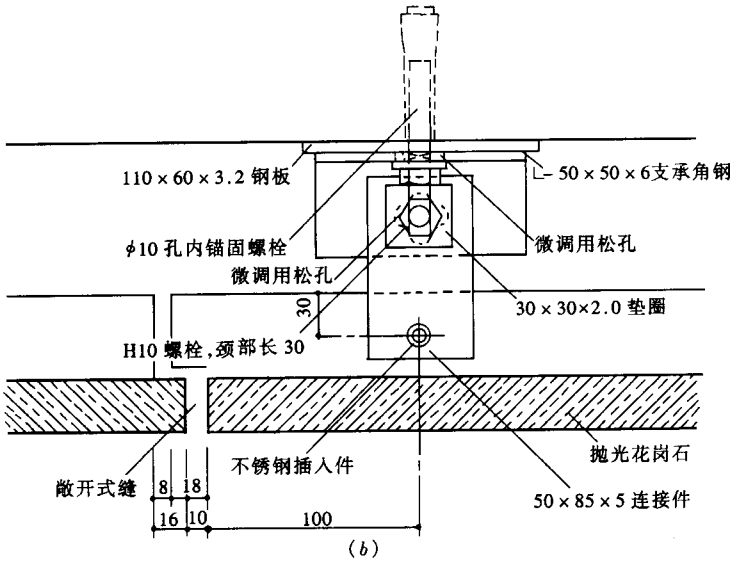
（a）某建筑室外离缝干挂花岗石面板；（b）某展馆室内离缝挂金属面板

轻钢龙骨与吊顶面板的连接方式有钉入式、搁置式和卡接式等几种（图 4-4-3-17～图 4-4-3-19）。钉入式适用于需要大面积平整表面的吊顶；搁置式适用于小块的成品块材，而且可以方便吊顶内部附加管道等的检修，常用于走道等部位；卡接式适用于需要经常更换吊顶灯具等布置方式的场所，如商场、展示空间等。其具体的方式十分多样。

吊顶除了装饰功能外，往往还被利用来对空间进行声学处理。



（a）



（b）

图 4-4-3-15　离缝干挂石面板构造做法举例

（a）节点纵剖面；（b）节点横剖面

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

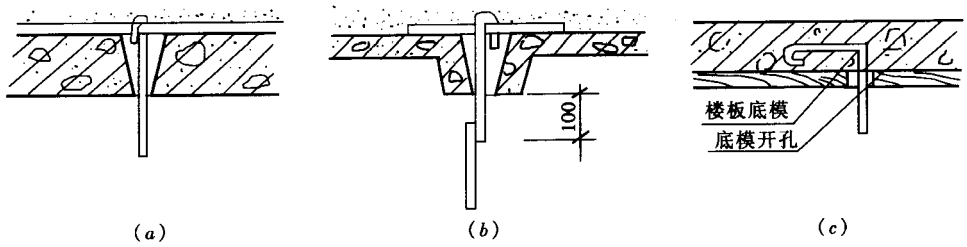


图 4-4-3-16　吊顶吊筋预留方式

（a）利用预制板板缝筋预留吊筋；（b）预留吊筋长出板底 100，并可焊接加长；（c）在现浇板中预留吊筋

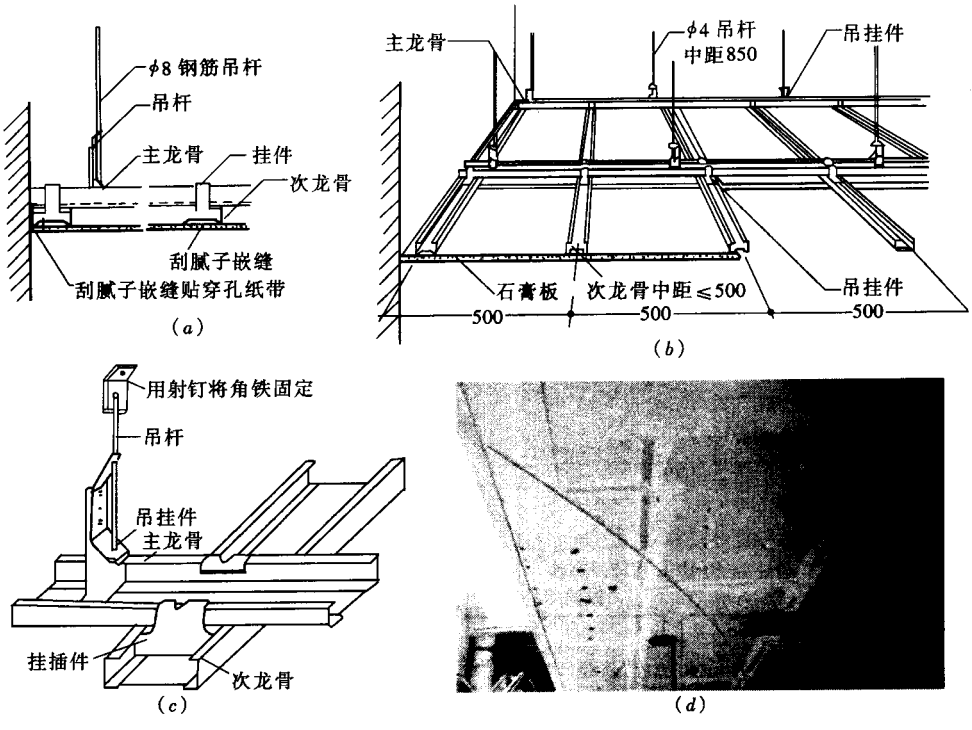


图 4-4-3-17　钉入式轻钢龙骨纸面石膏板吊顶

（a）纸面石膏板与轻钢龙骨钉接；（b）钉入式轻钢龙骨纸面石膏板吊顶顶部透视；（c）轻钢龙骨交接示意；（d）钉入式轻钢龙骨纸面石膏板吊顶实例

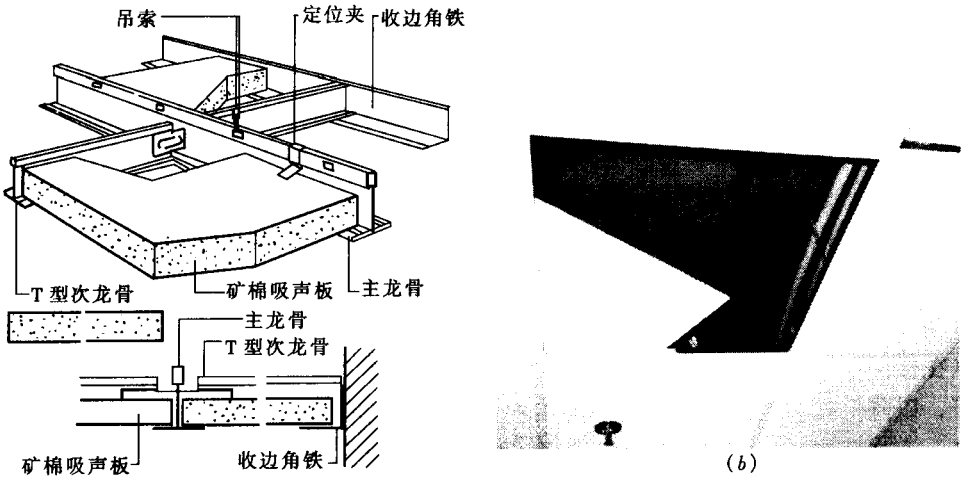
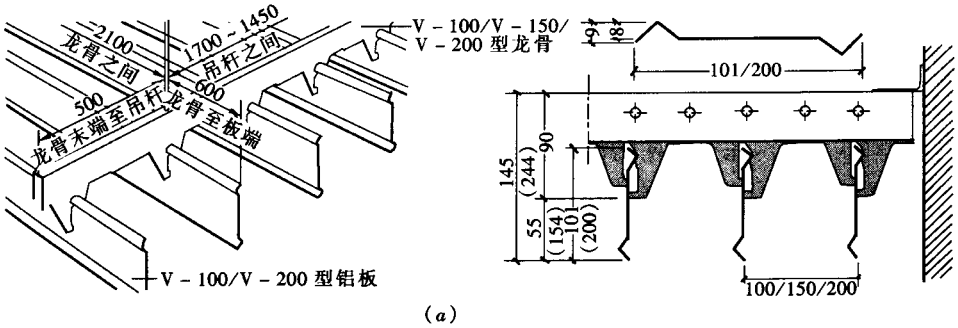


图 4-4-3-18　搁置式矿棉板吊顶

（a）搁置式吊顶构造示意；（b）图 4-4-3-15 搁置式矿棉板吊顶实例



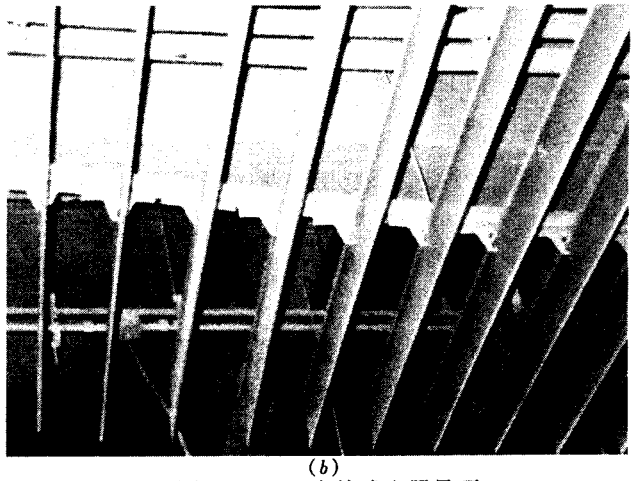


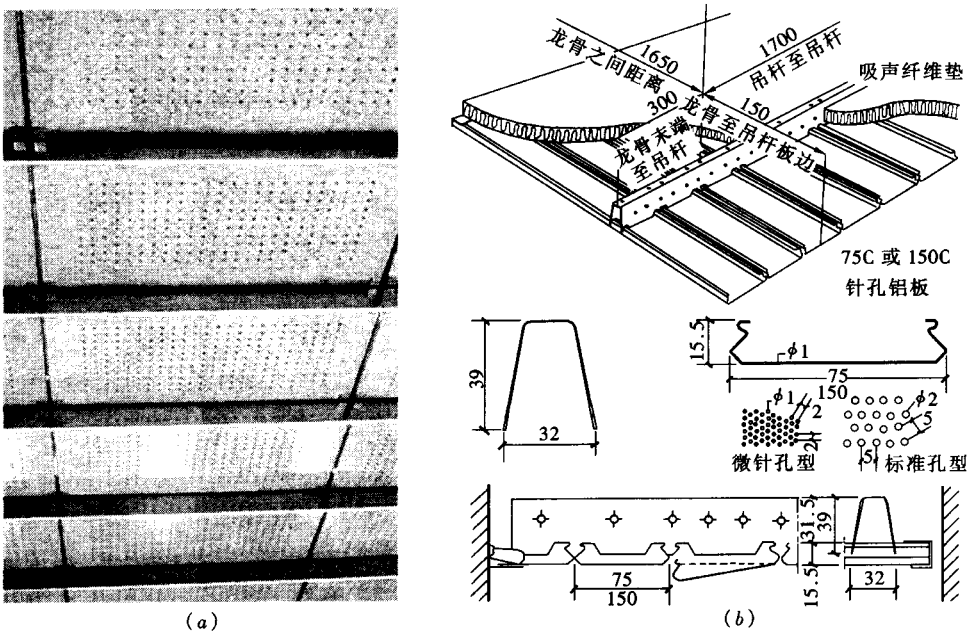
图 4-4-3-19　卡接式金属吊顶

（a）卡接式吊顶构造示意；（b）卡接式金属吊顶实例

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

首先在建筑物中，由楼上人的脚步声、拖动家具、撞击物体等所产生的撞击声，对楼下房间的干扰特别严重。而隔绝撞击声与隔绝借空气而传播的空气声的指标是不同的。空气声的传播分两种情况，一种是声音直接在空气中传递，称直接传声。如露天中声音的传播或某一空间内发出的声音通过构件中的缝隙传至另一空间，均系直接传声。另一种是由于声波振动，经空气传至结构，引起结构的强迫振动，致使结构向其他空间辐射声能，这种声音的传递称振动传声。要隔绝空气传声，在构造上可以采用质量大、气密性好的构件。但要隔绝撞击声，就不能以隔空气声的隔声量指标来衡量。因为它不单纯地受质量定律的支配，相反，像楼板这样的构件密度越大，重量越重，对撞击声的传递就越快。所以，除了可以在楼面上铺设富有弹性的材料，如铺设地毯、橡胶地毡、塑料地毡、软木板等，以降低楼板本身的振动，使撞击声能减弱；或者在楼板结构层与面层之间增设一道弹性垫层，例如木丝板、甘蔗板、软木片、矿棉毡等，使楼面形成浮筑层，与楼板完全隔开以外，在楼板下做吊顶，使楼板被撞击后产生的撞击声的声能，在吊顶与楼板间的间层中有所消耗，也是不错的方法。但这个间层最好能够封闭，而且吊顶的质量越大，整体性越强，其隔声效果越好。另外，吊顶吊筋与楼板之间的连接越是采用弹性连接，隔声的效果也越好。

其次，在许多大型的公共空间中，人流活动所产生的噪声往往也较大，这时如果采取吸声材料作为吊顶的面层材料或者采用穿孔面板，在面板背面敷设吸声材料，对减少噪声在空气中的传递也是很有效的方法（图 4-4-3-20）。



（a）　（b）

图 4-4-3-20　吸声穿孔金属板吊顶

（a）吸声穿孔金属板吊顶实例；（b）吸声穿孔金属板吊顶构造示意

再有，在许多需要特殊声学处理的空间中，例如讲堂、音乐厅等场所，吊顶都是用来控制声场分布和音质效果的重要部件，可以通过其表面形状、材料、构造等的改变，起到反射和吸收声能的作用。图 4-4-3-21 所示的报告厅中的吊顶可以通过反射角度帮助讲台声源的前期反射声到达座位的后部，在较为压抑的后排座位位置上方及后壁上采用吸声材料帮助减少混响时间，这样有助于提高语音的清晰度。此外，该工程实例中结合设备布置将吊顶进行分段处理，也是消除较小层高的空间中吊顶形式单调有可能产生的压抑感的一种方法。

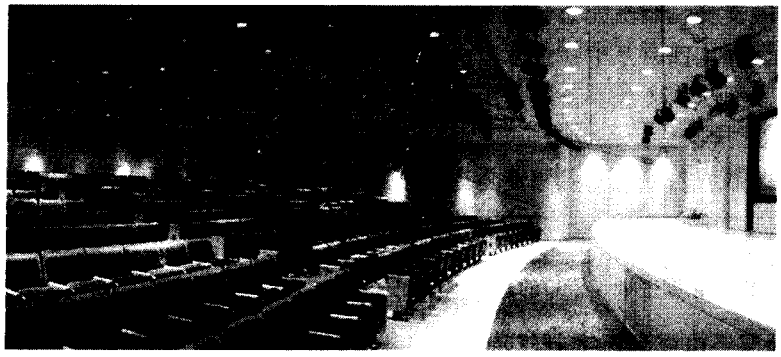


图 4-4-3-21　某报告厅吊顶实例

4.4　裱糊类面层

裱糊类工艺是将各种装饰性的墙纸、墙布等卷材类的装饰材料裱糊在墙面上的一种工艺。

4.4.1　裱糊类面层常用的材料

裱糊类面层常用的材料有各类壁纸、壁布和配套的粘结材料。

其中常用的壁纸类型有：

PVC 塑料壁纸(以聚氯乙烯塑料或发泡塑料为面层材料,衬底为纸质或布质)；

纺织物面壁纸（以动植物纤维做面料复合于纸质衬底上)；

金属面壁纸（以铝箔、金粉、金银线配以金属效果饰面)；

天然木纹面壁纸（以极薄的木皮衬在布质衬底上)；等等。

常用的壁布类型有：

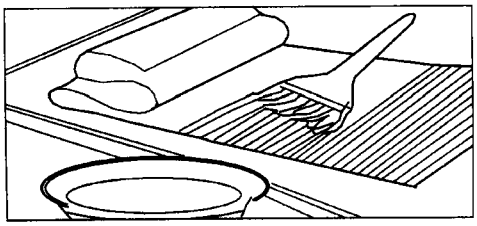
人造纤维装饰壁布（以人造纤维如玻璃纤维等的织物直接作为饰面材料)；

锦缎类壁布（以天然纤维织物如织锦缎等直接作为饰面材料)；等等。

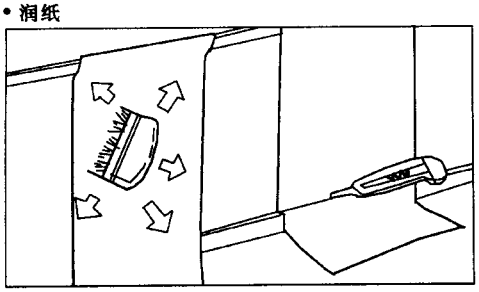
4.4.2　裱糊类面层常用的施工工艺

裱糊类面层的施工工艺主要在抹灰的基层上进行，亦可在其他基层上粘贴壁

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



• 润纸



• 裱贴

图 4-4-4-1　裱糊壁纸、壁布的基本顺序

纸和壁布。

裱糊类基层的抹灰以混合砂浆为好。它要求基底平整、致密；对不平的基底需用腻子刮平并弹线。在具体施工时首先下料，对于有对花要求的壁纸或壁布在裁剪尺寸上，其长度需比墙高放出 100～150mm，以适用对花粘贴的要求。然后进行润纸（布），即令壁纸、壁布预先受潮涨开，以免粘贴时起皱。在壁纸、壁布的粘贴过程中，可以根据面层的特点分别选用不同的专用胶料或粉料。同时，在粘贴时，要注意对接缝以及气泡的处理。

图 4-4-4-1 是裱糊壁纸、壁布的基本方法，注意自上而下令其自然悬垂并用干净湿毛巾或刮板推赶气泡。图 4-4-4-2 是壁纸、壁布对缝的一般方法，这样可使接缝美观而且不明显。如果接缝处对缝拼花有困难，也可作搭接处理，如图 4-4-4-3 所示。如果装裱厚壁纸、壁布下仍有气泡，可用注射用针筒进行抽气处理。

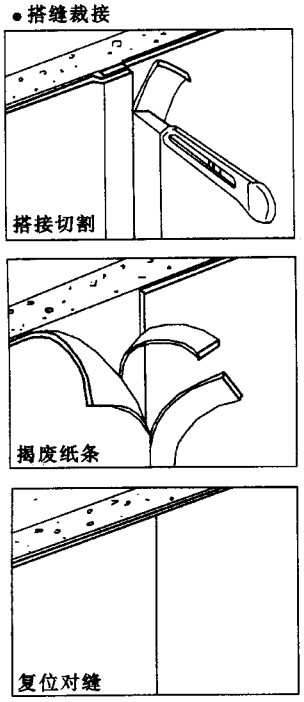


图 4-4-4-2　对缝的一般方法

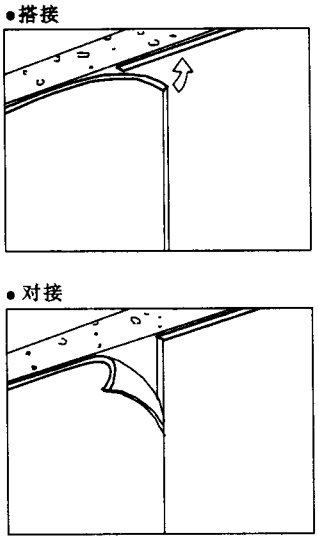


图 4-4-4-3　需对花的壁纸、壁布接缝处的拼花方法

第5章 基　础

5.1 基础的作用及其与地基的关系

在建筑工程上，把建筑物与土壤直接接触的部分称为基础。把支承建筑物重量的土层叫地基。基础是建筑物的组成部分。它承受着建筑物的上部荷载，并将这些荷载传给地基。地基不是建筑物的组成部分。地基可分为天然地基和人工地基两类。

凡天然土层本身具有足够的强度，能直接承受建筑物荷载的地基被称为天然地基。凡天然土层本身的承载能力弱，或建筑物上部荷载较大，须预先对土壤层进行人工加工或加固处理后才能承受建筑物荷载的地基称人工地基。人工加固地基通常采用压实法、换土法、打桩法以及化学加固法等。

5.2 基础的埋置深度

从室外设计地面至基础底面的垂直距离称基础的埋置深度，简称基础的埋深，如图 4-5-2-1 所示。建筑物上部荷载的大小、地基土质的好坏、地下水位的高低、土的冰冻的深度以及新旧建筑物的相邻交接关系等，都将影响着基础的埋深。根据基础埋置深度的不同，基础有深基础、浅基础和不埋基础之分。当埋置深度大于 4m 的称深基础；当埋置深度小于 4m 的称浅基础；当基础直接做在地表面上的称不埋基础。对于冬天地表土会结冰的地区，将结冰的土层厚度处称为冰冻线。为了防止冻融时土内所含的水的体积发生变化会对基础造成不良影响，基础底面应埋在冰冻线以下 200mm。

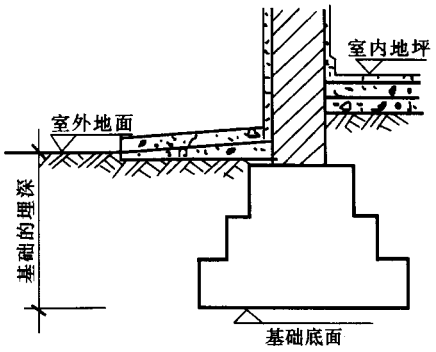


图 4-5-2-1　基础的埋深

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

5.3 基础的类型

基础的类型较多，按基础所采用材料和受力特点分，有刚性基础和非刚性基础；依构造形式分，有条形基础、独立基础、筏形基础、桩基础、箱形基础等。

5.3.1 按所用材料及受力特点分类

1. 刚性基础

由刚性材料制作的基础称为刚性基础。在常用的建筑材料中，砖、石、素混凝土等抗压强度高，而抗拉、抗剪强度低，均属刚性材料。由这些材料制作的基础都属于刚性基础。

从受力和传力的角度考虑，由于土壤单位面积的承载能力小，上部结构通过基础将其荷载传给地基时，只有将基础底面积不断扩大，才能适应地基受力的要求。根据试验得知，上部结构（墙或柱）在基础中传递压力是沿一定角度分布的，这个传力角度称压力分布角，或称刚性角，以 α 表示（图 4-5-3-1a）。

由于刚性材料抗压能力强，抗拉能力差，因此，压力分布角只能在材料的抗压范围内控制。如果基础底面宽度超过控制范围，即由图中的 B_0 增大到 B_1，致使刚性角扩大。这时，基础会因受拉而破坏（图 4-5-3-1b）。所以，刚性基础底面宽度的增大要受到刚性角的限制。

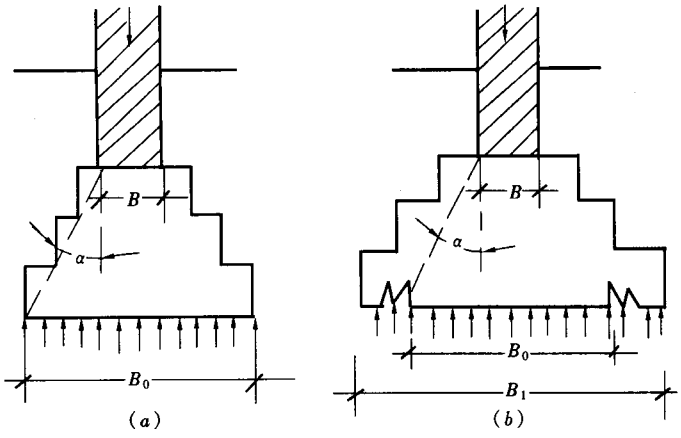
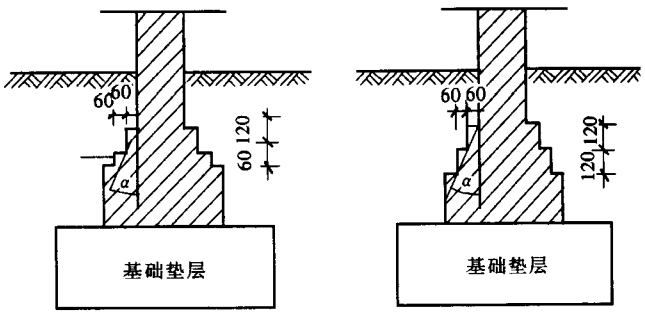


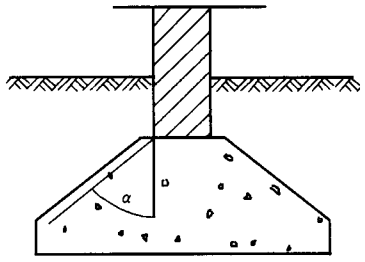
图 4-5-3-1　刚性基础的受力、传力特点

（a）基础受力在刚性角范围以内；（b）基础宽度超过刚性角范围而破坏

不同材料基础的刚性角是不同的，通常砖砌基础的刚性角控制在 26° ~ 33°之间为好，素混凝土基础的刚性角应控制在 45°以内（图 4-5-3-2）。



（a）



刚性角 α = 45°

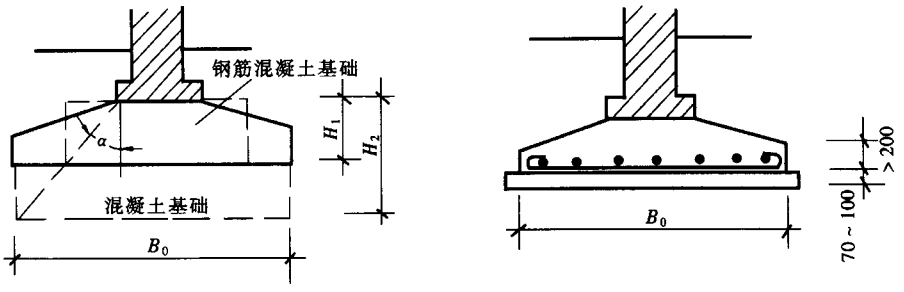
（b）

图 4-5-3-2　刚性基础的受力、传力特点

（a）砖砌基础的刚性角范围；（b）素混凝土基础的刚性角范围

2. 非刚性基础

当建筑物的荷载较大而地基承载能力较小时，由于基础底面宽度 B_0 需要加宽，如果仍采用素混凝土材料，势必导致基础深度也要加大。这样，既增加了挖土工作量，而且还使材料用量增加，对工期和造价都十分不利（图 4-5-3-3a）。



（a）　　（b）

图 4-5-3-3　钢筋混凝土基础

（a）混凝土与钢筋混凝土基础比较；（b）基础配筋情况

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

如果在混凝土基础的底部配以钢筋，利用钢筋来承受拉力（图 4-5-3-3*b*）。使基础底部能够承受较大弯矩。这时，基础宽度的加大不受刚性角的限制。故有人称钢筋混凝土基础为柔性基础。在同样条件下，采用钢筋混凝土与混凝土基础比较，可节省大量的混凝土材料和挖土工作量。

为了保证钢筋混凝土基础施工时，钢筋不致陷入泥土中，常须在基础与地基之间设置混凝土垫层。

5.3.2　按基础的构造形式分类

基础构造形式的确定随建筑物上部结构形式、荷载大小及地基土质情况而定。在一般情况下，上部结构形式直接影响基础的形式，当上部荷载增大，且地基承载能力有变化时，基础形式也随之变化。

1. 条形基础

当建筑物上部结构采用砖墙或石墙承重时，基础沿墙身设置，多做成长条形，这种基础称条形基础或带形基础（图 4-5-3-4）。所以，条形基础往往是砖石墙的基础形式。

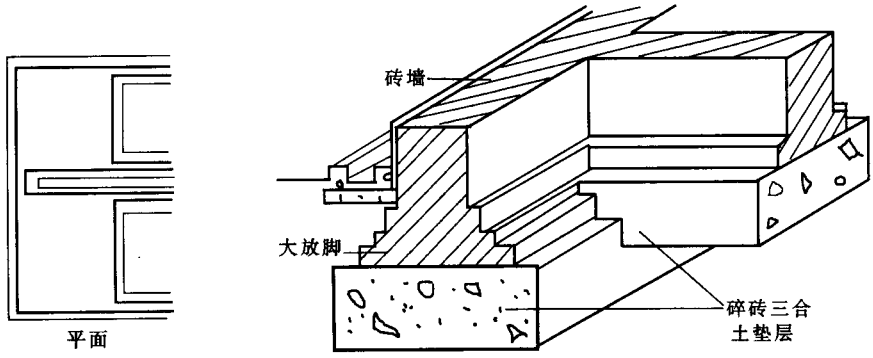


图 4-5-3-4　条形基础

2. 独立基础

当建筑物上部结构采用框架结构或单层排架及门架结构承重时，其基础常采用方形或矩形的单独基础，这种基础称独立基础或柱式基础（图 4-5-3-5*a*）。独立基础是柱下基础的基本形式。当柱采用预制构件时，则基础做成杯口形，然后将柱子插入、并嵌固在杯口内，故称杯形基础（图 4-5-3-5*b*）。

3. 井格式基础

当框架结构处在地基条件较差的情况时，为了提高建筑物的整体性，以免各柱子之间产生不均匀沉降，常将柱下基础沿纵、横方向连接起来，做成十字交叉的井格基础，故又称十字带形基础（图 4-5-3-6）。

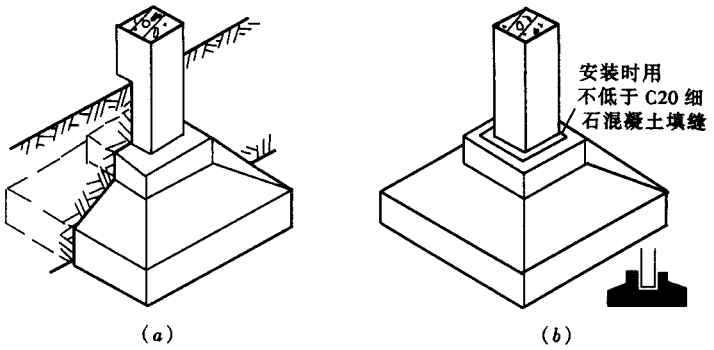


图 4-5-3-5　独立柱式基础

(a) 现浇基础；(b) 杯形基础

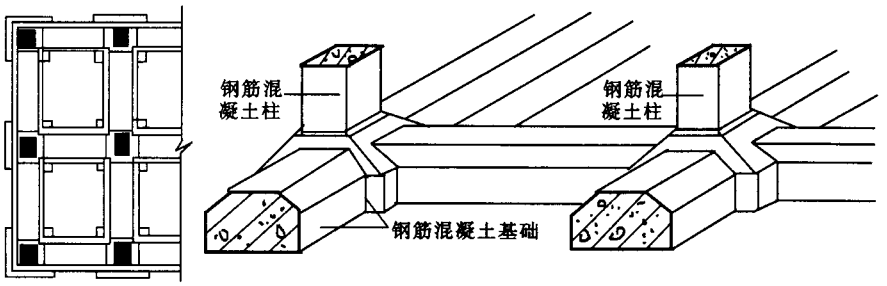


图 4-5-3-6　井格式基础

4. 筏形基础

当建筑物上部荷载较大，而所在地的地基承载能力又比较弱，这时采用简单的条形基础或井格式基础已不能适应地基变形的需要时，常将墙或柱下基础连成一片，使整个建筑物的荷载承受在一块整板上，这种满堂式的板式基础称筏式基础。筏形基础有平板式和梁板式之分，图 4-5-3-7 为梁板式筏形基础，图4-5-3-8为平板式筏形基础。平板式基础是在天然地表上，将场地平整并用压路机将地表

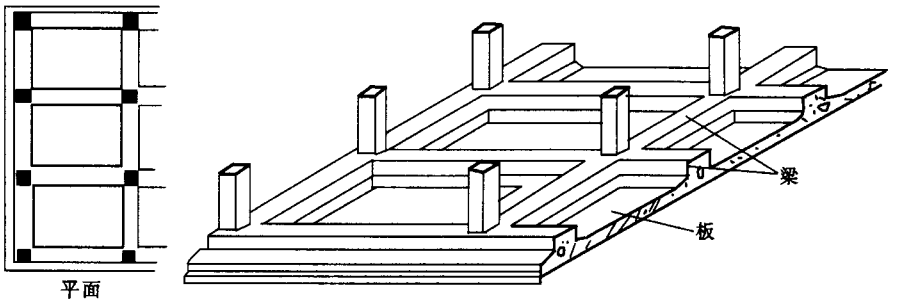


图 4-5-3-7　梁板式筏形基础

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

土碾压密实后，在较好的持力层上，浇筑钢筋混凝土平板。这一平板便是建筑物的基础。在结构上，基础如同一只盘子反扣在地面上承受上部荷载。这种基础大大减少了土方工作量，且较适宜于较弱地基（但必须是均匀条件）的情况，特别适宜于5～6层整体刚度较好的居住建筑。

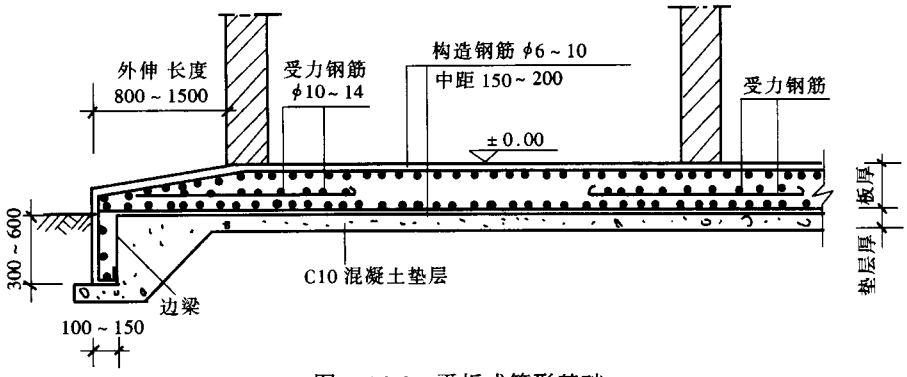


图 4-5-3-8　平板式筏形基础

5. 桩基础

当建筑的上部荷载较大时，需要将其传至深层较为坚硬的地基中去，会使用桩基础。桩基的形式很多，在此不一一赘述。由若干桩来支承一个平台，然后由这个平台托住整个建筑物，这叫做桩承台。桩基础多数用于高层建筑或土质不好的情况下（图 4-5-3-9）。

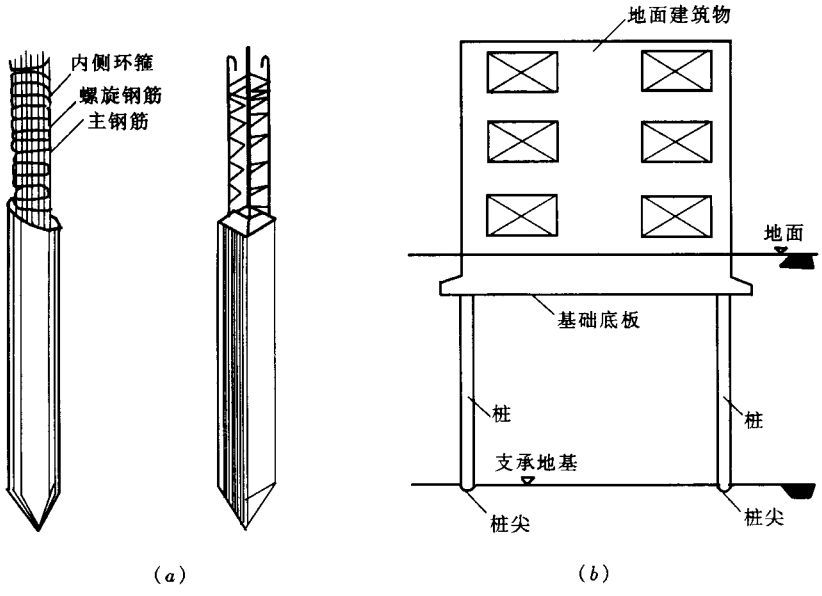


图 4-5-3-9　桩基础

（a）钢筋混凝土桩基础；（b）桩承台示意

6. 箱形基础

箱形基础是由钢筋混凝土的底板、顶板和若干纵横墙组成的，形成空心箱体的整体结构，共同来承受上部结构的荷载（图 4-5-3-10）。箱形基础整体空间刚度大，对抵抗地基的不均匀沉降有利，一般适用于高层建筑或在软弱地基上建造的上部荷载较大的建筑物。当基础的中空部分尺度较大时，可用作地下室。

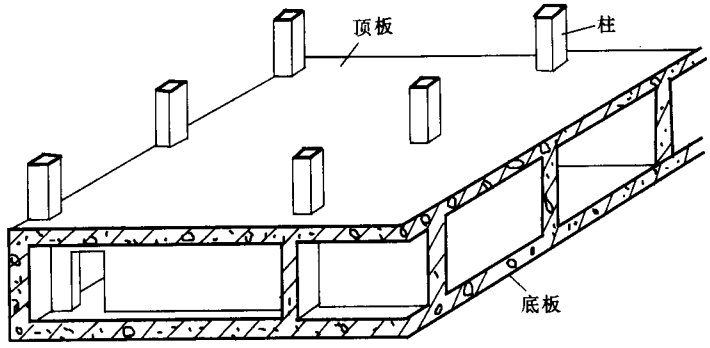


图 4-5-3-10　箱型基础

以上是常见基础的几种基本结构形式。此外，我国各地还因地制宜地采用了许多不同材料、不同形式的基础，如壳体基础等（图 4-5-3-11）。

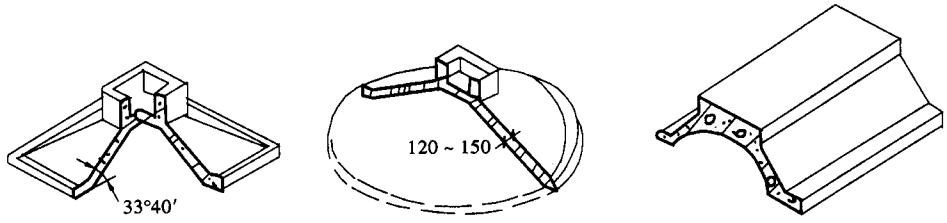


图 4-5-3-11　壳体基础

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第6章　楼梯及其他垂直交通设施

楼梯是建筑物内各个不同楼层之间上下联系的主要交通设施。在层数较多或有特种需要的建筑物中，往往设有电梯或自动楼梯，但同时也必须设置楼梯。

楼梯应做到上下通行方便，有足够的通行宽度和疏散能力，包括人行及搬运家具物品；并应满足坚固、耐久、安全、防火和一定的审美要求。

在建筑物入口处，因室内外地面的高差通常需要设置阶梯，这样的设施称为台阶。为了方便车及轮椅通行，可增设坡道。

本章内容将就楼梯及这些相关的垂直交通设施的构成、设计要点以及细部构造作简要的介绍。

6.1　楼梯的组成

6.1.1　楼梯的组成部分

楼梯由楼梯梯段、楼梯平台和扶手栏杆（板）三部分组成（图 4-6-1-1）。

1. 楼梯梯段

设有踏步以供层间上下行走的通道段落，称梯段。一个梯段又称为一跑。梯段上的踏步按供行走时踏脚的水平部分和形成踏步高差的垂直部分分别称作踏面和踢面。楼梯的坡度就是由踏步的高度和宽度形成的。

2. 楼梯平台

楼梯平台指连接两个梯段之间的水平部分。平台用来供楼梯转折、连通某个楼层或供使用者在攀登了一定的距离后略事休息。平台的标高有时与某个楼层相一致，有时介于两个楼层之间。与楼层标高相一致的平台称之为正平台，介于两个楼层之间的平台称之为半平台。

3. 扶手栏杆（板）

为了在楼梯上行走的安全，梯段和平台的临空边缘应设置栏杆或栏板，其顶部设依扶用的连续构件，称扶手。

6.1.2　楼梯的组成形式

楼梯的组成形式表现为梯段之间的组合和转折关系。

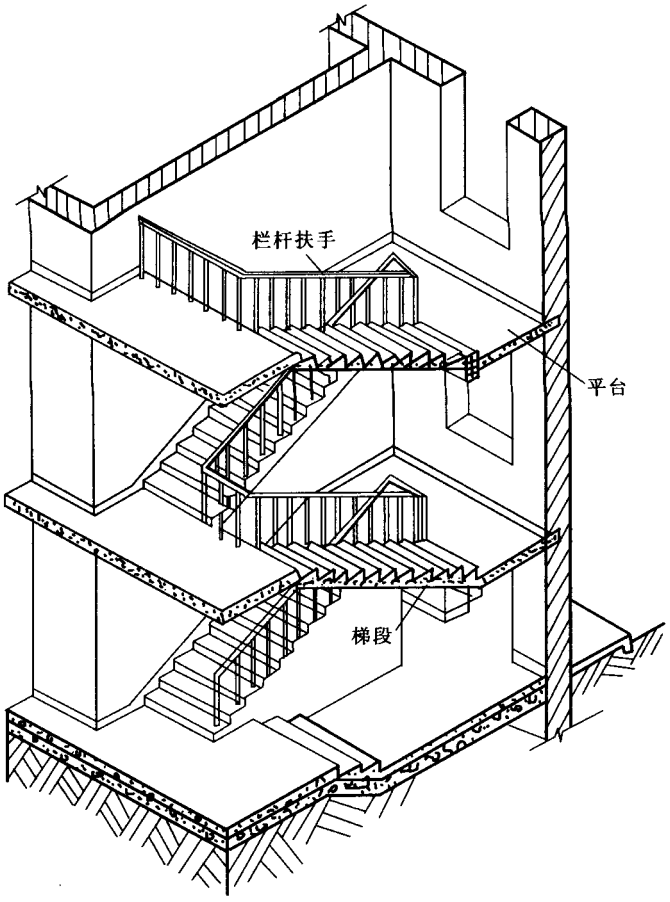


图 4-6-1-1　楼梯的组成部分

楼梯中最简单的是直跑楼梯。直跑楼梯又可分为单跑和多跑几种。楼梯中最常见的是双跑并列成对折关系的楼梯，又称双跑楼梯或对折式楼梯。此外，如果相邻梯段之间成角度布置，就形成折角式楼梯。折角式楼梯又分单方向的折角和双分折角。另有剪刀式楼梯和圆弧形楼梯以及内径较小的螺旋形楼梯、带扇步的楼梯以及各种坡度比较陡的爬梯等（图 4-6-1-2），都是楼梯的常用形式。

6.1.3　楼 梯 的 坡 度

楼梯的坡度与建筑物的性质有关。主要依据是建筑物内主要使用人群的体征状况以及通行的情况。例如交通建筑的楼梯坡度较缓，以适应大量携带行李的人群行走；而一般居民住宅的楼梯坡度可以相对陡一些，是因为行走的人流量不大，而且建筑层高不高。为此《民用建筑设计通则》（GB 50352—2005）对不同

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

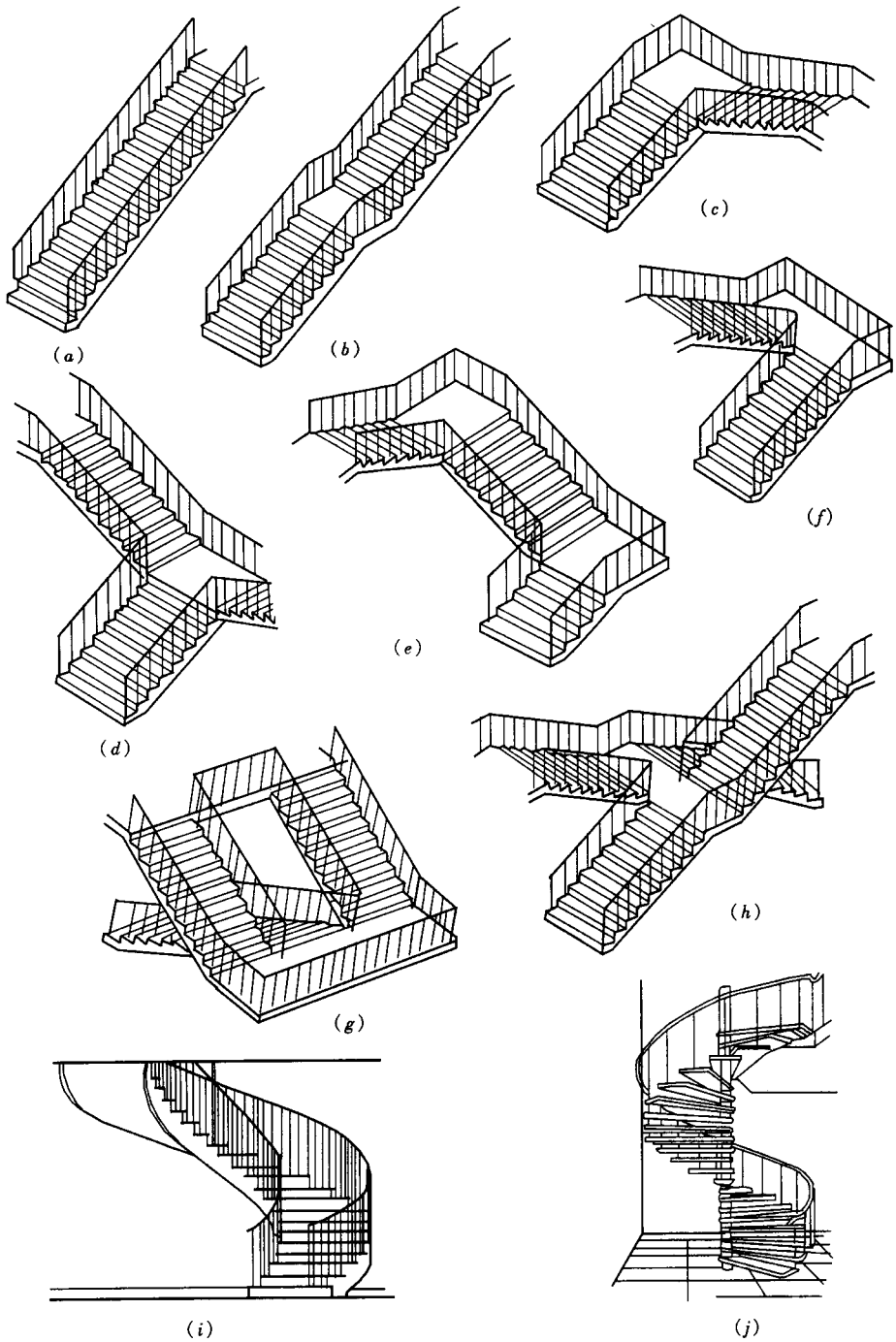


图 4-6-1-2　楼梯的组成形式

(a) 直跑单跑楼梯；(b) 直跑多跑楼梯；(c) 折角楼梯；(d) 双分折角楼梯；(e) 三折楼梯；(f) 对折楼梯（双跑楼梯）；(g) 双分对折楼梯；(h) 剪刀楼梯；(i) 圆弧形楼梯；(j) 螺旋楼梯

类型的建筑物给出了楼梯踏步最小宽度和最大高度，见表 4-6-1-1。设计时参照执行，可以做到兼顾楼梯的舒适性和经济性两方面。

楼梯踏步最小宽度和最大高度（m）　　**表 4-6-1-1**

楼梯类别	最小宽度	最大高度
住宅公用楼梯	0.26	0.175
幼儿园、小学校等楼梯	0.26	0.15
电影院、剧场、体育馆、商场、医院、旅馆和大中学校等楼梯	0.28	0.16
其他建筑楼梯	0.26	0.17
专用疏散楼梯	0.25	0.18
服务楼梯、住宅套内楼梯	0.22	0.20

注：无中柱螺旋楼梯和弧形楼梯离内侧扶手中心 0.25m 处的踏步宽度不应小于 0.22m。

楼梯的常用坡度范围在 25°～45°，其中以 30°左右较为适宜。如公共建筑中的楼梯及室外的台阶常采用 26°34′的坡度，即踢面高与踏面深之比为 1∶2。居住建筑的户内楼梯可以达到 45°。坡度达到 60°以上的属于爬梯的范围。坡道的坡度一般都在 15°以下，若坡度在 6°或者说是在 1∶12 以下的，属于平缓的坡道。坡道的坡度达到 1∶10 以上，就应该采取防滑措施。图 4-6-1-3 是以上内容的简单示意。

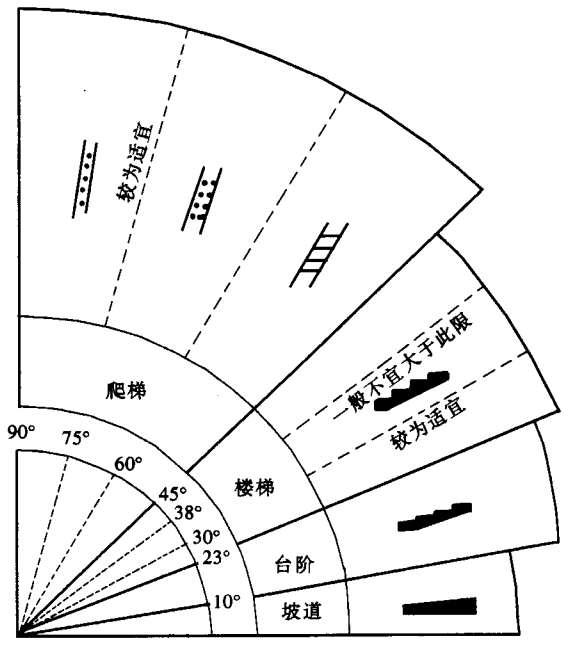


图 4-6-1-3　楼梯的常用坡度及分类

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

6.2　楼梯的结构形式

楼梯的结构形式与楼板有许多相似之处。一个梯段可以视作一段倾斜的楼板，但梯段上三角形的踏步部分不计入结构的计算厚度（图 4-6-2-1）。

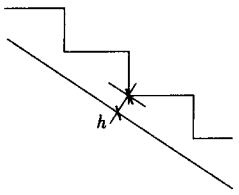


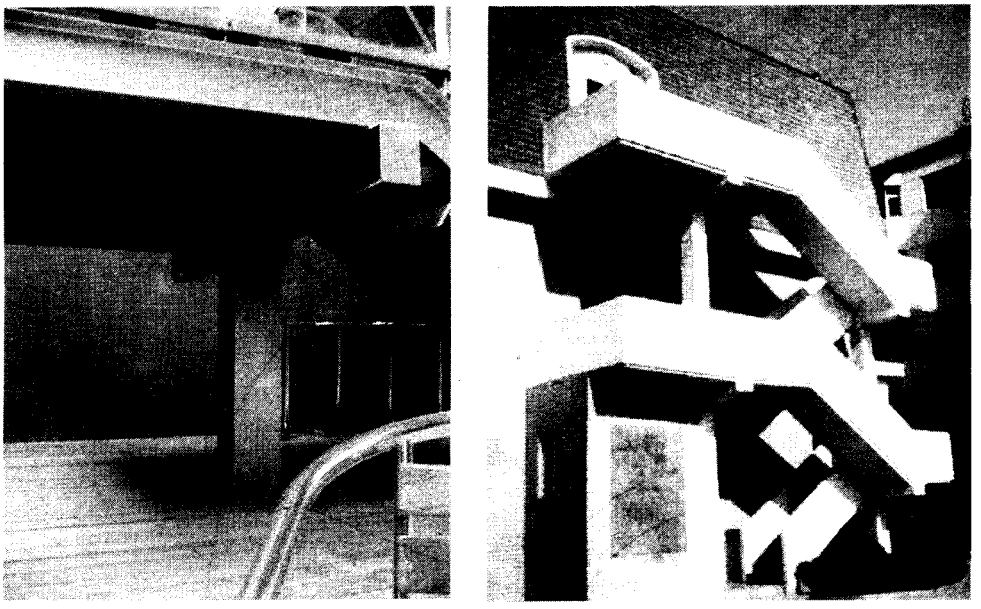
图 4-6-2-1　梯段板计算厚度

楼梯的结构支承情况，可以大致分为以下几种类型：

1. 用平台梁来支承的板式楼梯和梁板式楼梯

平台梁是设在梯段与平台交接处的梁，是最常用的楼梯梯段的支座。平台可以与梯段共用支座，也可以另设支座（图 4-6-2-2）。

平台梁做在梯段的两端，可以使梯段的跨度做到最小。不过平台梁也应该有支座。如果因为楼梯整体布置的关系使得平台梁需要移动位置时，就有可能将梯段和平台做成折线形的构件来处理（图 4-6-2-2*b*）。



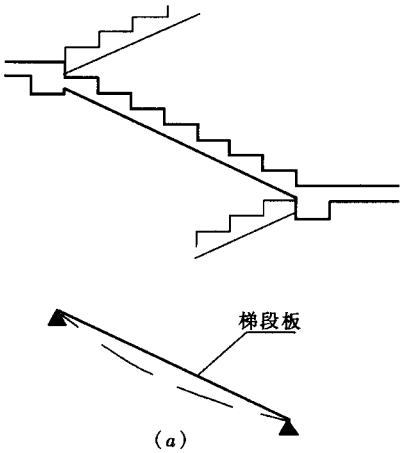
（*a*）　　（*b*）

图 4-6-2-2　平台梁与梯段的支承关系

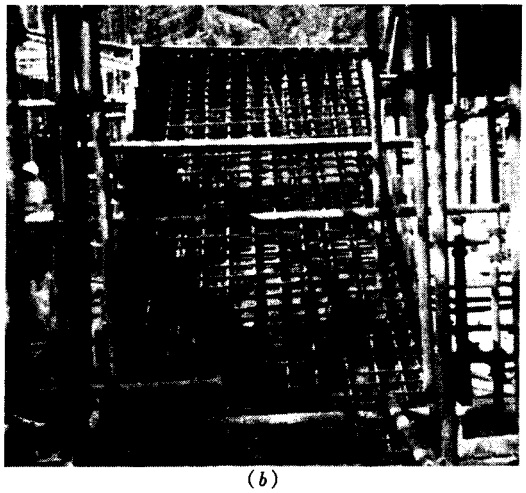
（*a*）平台梁在平台口的位置；（*b*）平台梁不在平台口的位置，形成折板

像楼板可以分成板式和梁板式的一样，楼梯梯段也可以分成板式和梁板式两

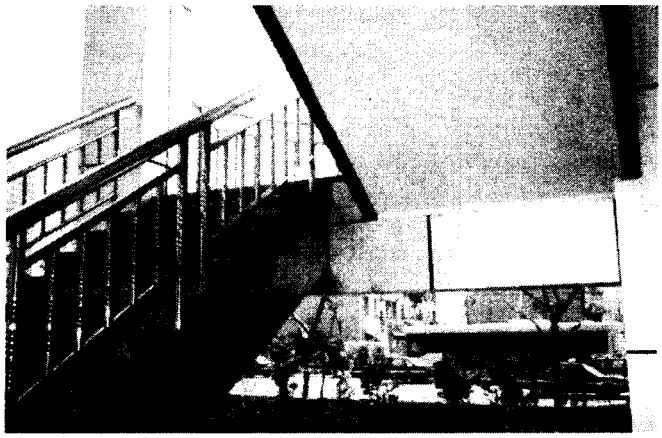
种。板式楼梯的一个梯段就是一块板（图 4-6-2-3），而梁板式楼梯的梯段又分成踏步板和梯段梁两部分（图 4-6-2-4）。踏步板上的荷载通过梯段梁再传给平台梁。一般的钢筋混凝土楼梯可以采用这两种形式中的任何一种，而钢楼梯和木楼梯则都是梁板式楼梯。梁板式楼梯的梯段梁可以是单根梁，也可以用双根梁。其数量和位置的不同可以形成多变的楼梯形态（图 4-6-2-5）。



（a）



（b）

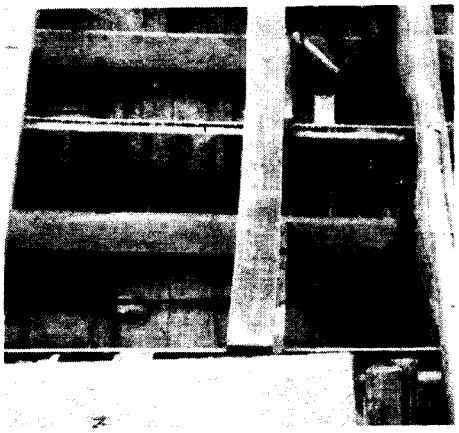


（c）

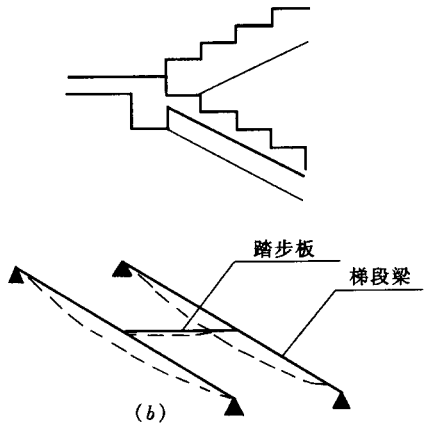
图 4-6-2-3　板式楼梯的形式及受力分析

（a）板式梯段受力时的挠度方向；（b）现浇钢筋混凝土板式楼梯的配筋情况（c）板式楼梯实例

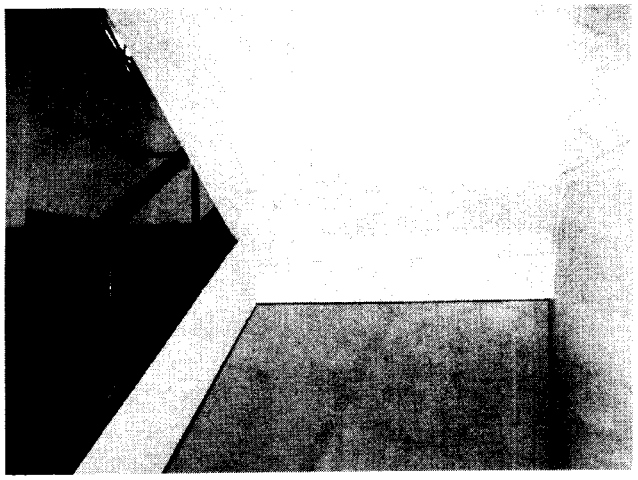
标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



(a)

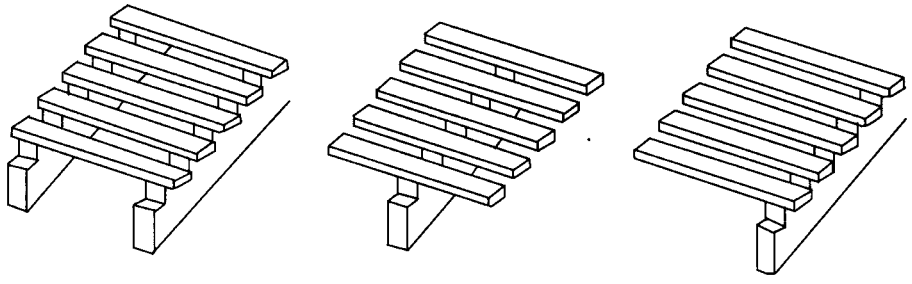


(b)



(c)

图 4-6-2-4　梁板式楼梯的形式及受力分析
(a) 现浇钢筋混凝土梁板式楼梯的配筋情况；(b) 梁板式梯段受力时的挠度方向；(c) 梁板式楼梯实例



(a)　(b)　(c)

图 4-6-2-5　梁板式楼梯梯段梁的设置部位
(a) 两侧双梁；(b) 中间单梁；(c) 一侧单梁

2. 从侧边出挑的挑板楼梯

与布置在侧边的单梁楼梯相类似，板式楼梯的梯段板也可以不由两端的平台梁支承，而改由侧边的支座出挑，这时梯段板相当于倾斜或受扭的挑板阳台（图 4-6-2-6、图 4-6-2-7）。这类楼梯常用于室外的疏散楼梯，因为梯段不宽，而且构件边沿简洁，其支承构件往往做成一片钢筋混凝土的墙，但应当注意处理好楼梯与主体结构的联系以及沉降方面的问题。

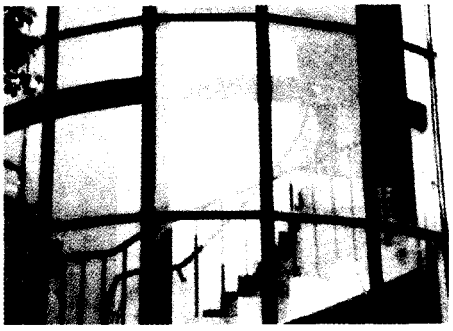


图 4-6-2-6　从中间圆柱形钢筋混凝土墙中出挑的圆楼梯

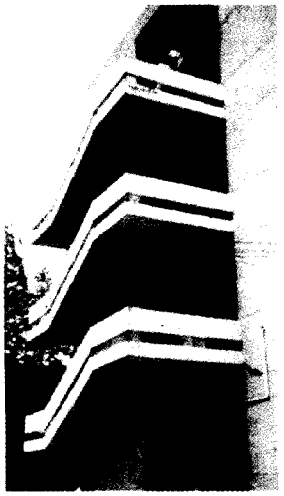


图 4-6-2-7　从中间的一片钢筋混凝土墙中出挑的室外疏散楼梯

3. 作为空间构件的悬挑楼梯

有些楼梯因视觉上的要求需要显得轻巧，例如设在建筑物中庭中的楼梯。如果梯段两端都设支座支承平台梁，会显得较为笨重。此时如果采用作为空间受力构件的悬挑楼梯，取消楼梯一端的平台梁及其支座，会取得较好的视觉效果（图 4-6-2-8）。但其底部接近地面处应当进行处理，以阻止人误入该范围内而产生碰头的危险。



（a）



（b）

图 4-6-2-8　由端部出挑的空间构件悬挑楼梯

（a）梯段与半平台交接处构造；（b）由端部出挑的悬挑楼梯实例

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

4. 悬挂楼梯

同样出于轻巧的视觉要求，有些楼梯还可以利用栏杆，或者另设拉杆，把整个梯段或者踏步板逐块吊挂在上方的梁或者其他的受力构件上，形成悬挂楼梯。这类楼梯有可能时最好设置防止其晃动的设施（图 4-6-2-9）。



图 4-6-2-9　由上部拉杆悬挂的钢楼梯

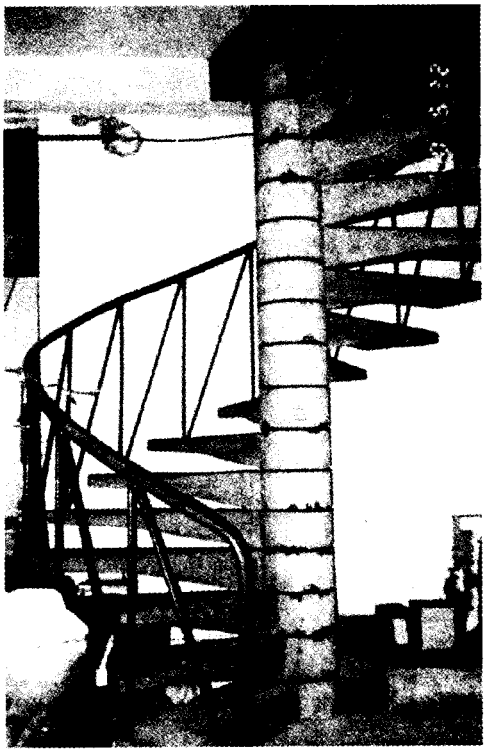


图 4-6-2-10　装配式螺旋楼梯

5. 支承在中心立杆上的螺旋楼梯

螺旋楼梯的内圆半径非常小，可以直接将踏步做成踏步块安放在中心的立柱上，然后调整角度并加以固定（图 4-6-2-10）。螺旋楼梯的装饰性较强，但踏步近中心处较窄，只能用于居住建筑的户内以及一些小型的办公、储藏空间等，不能用于有大量人流的公共空间，尤其不能用作消防疏散楼梯。

6.3　楼梯常用施工工艺

楼梯的施工工艺主要分现浇和预制装配两种。钢筋混凝土楼梯可以根据建筑主体的结构施工情况采用整体现浇或预制装配；钢、木楼梯则全部采用装配式的工艺。

6.3.1　整体现浇式钢筋混凝土楼梯

现浇楼梯在施工时通过支模、绑扎钢筋、浇筑混凝土，从而与建筑物主体部分浇筑成整体。其结构刚度好，结构断面高度也较小，使用面相当广。同时，现场支模又为许多非直线形的楼梯的制作提供了方便。图 4-6-3-1 所示的圆形楼梯可以看作每层就是一块受扭的厚板，其踏步两端薄缘向外侧挑出。现浇工艺使得板厚较小，显得较为轻盈。对于一些跨度较大的梁板式楼梯，现浇时可像一些大型的雨篷那样，将梯段梁上翻，与楼梯栏板结合起来处理，免得梯段梁下垂显得较为厚重。习惯上将梁板式楼梯的踏步从侧边可以看到的称为“明步”，而将梯段梁上翻，使得从侧边不能看到踏步的称为“暗步”（图 4-6-3-2）。



图 4-6-3-1　现浇扭板圆楼梯实例一则

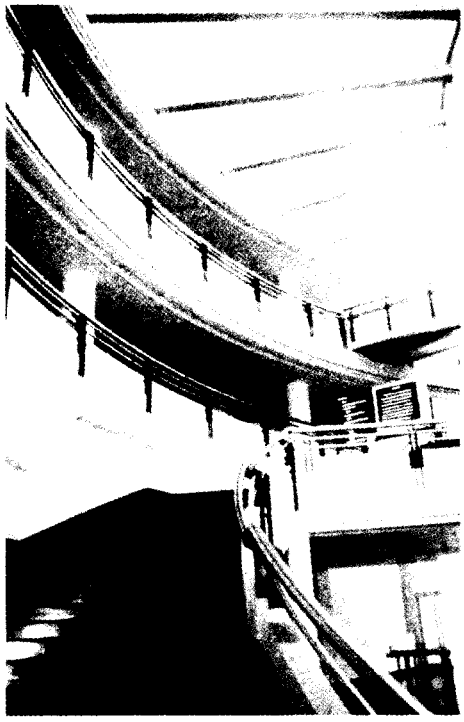


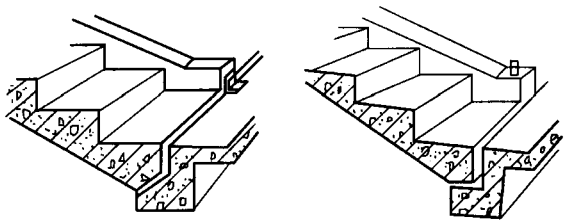
图 4-6-3-2　暗步现浇梁板式楼梯实例一则

6.3.2　大中型构件预制装配式楼梯

根据构件的划分情况，预制装配式的楼梯又可以分为大中型构件装配式以及小型构件装配式。

大中型构件装配式主要是钢筋混凝土的楼梯以及重型的钢楼梯。其中大型构件主要是以整个梯段以及整个平台为单独的构件单元，在工厂预制好后运到现场安装。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



(a)　(b)

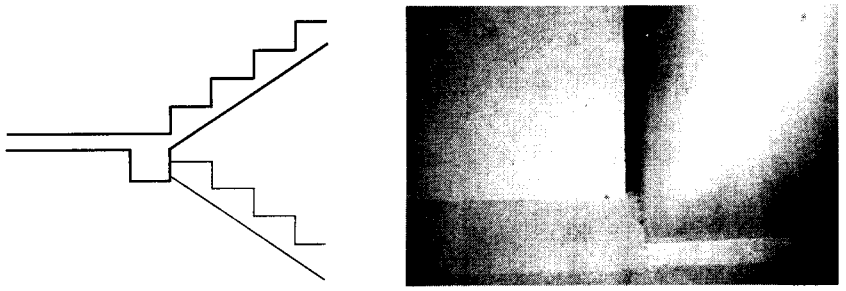
图 4-6-3-3　大中型预制梯段构件与平台梁的连接

(a) 梯段板与平台梁通过预埋件焊接；(b) 梯段板与平台梁通过预埋件和预留孔套接

中型构件主要是沿平行于梯段或平台构件的跨度方向将构件划分成几块，以减少对大型运输和起吊设备的要求。

钢构件在现场一般采用焊接的工艺来拼装。钢筋混凝土的构件在现场可以通过预埋件焊接，也可以通过构件上的预埋件和预埋孔相互套接（图 4-6-3-3）。

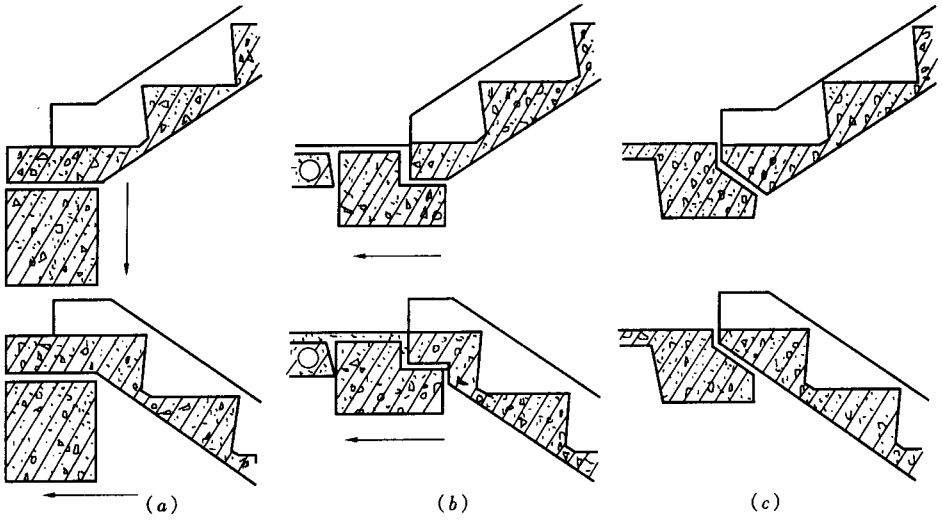
参照上文中的图 4-6-2-4、图 4-6-2-5 并比较本节中的图 4-6-3-4 和图 4-6-3-5，



(a)　(b)

图 4-6-3-4　现浇楼梯梯段构件与平台梁的交接关系

(a) 现浇楼梯上下跑对齐时可在不同高度进入平台梁支座；(b) 上下跑对齐的现浇楼梯平台口处节点



(a)　(b)　(c)

图 4-6-3-5　装配式楼梯梯段构件与平台梁的交接关系

(a) 上下跑对齐时矩形平台梁下移、后移，梁下净空减小；(b) 上下跑对齐时 L 形平台梁后移，梁下净空不减小；(c) 上下跑错半步，方便平台梁与上下梯段在同一高度相连接

可以发现，在平台梁设在平台口边缘处的情况下，对折楼梯的两个相邻梯段如在该处对齐，则梯段构件会在不同的高度进入同一根平台梁。这在现浇工艺不难解决。但如果采用预制装配的工艺，因为两个相邻梯段需要在同一个搁置高度与平台梁相连，所以平台梁的位置只有移动，才能够使上下梯段仍然在平台口处对齐，但这有可能会影响到梁下的净高。或者将上下梯段在平台口处错开半步或一步，构件就容易在同一高度进支座，但楼梯间的长度会因此而增加。

6.3.3　小型构件预制装配式楼梯

小型构件装配式楼梯是以楼梯踏步板为主要装配构件，安装在梯段梁上。其预制踏步板的断面形式有一字形、L 形和三角形等几种（图 4-6-3-6）。

一字形踏步板制作比较方便，踏步的高宽可调节，简支及悬挑均可。L 形踏步有正反两种，肋向下者，上一块踏步板的踢面压下一块的踏面；肋向上者，上一块踏步板的踏面压下一块的踢面。这样有利于藏缝。在用 L 形踏步板不能够全部解决问题的部位，可以用一字形踏步板来辅助解决（图 4-6-3-7）。

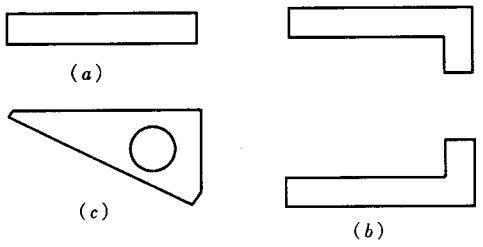


图 4-6-3-6　预制楼梯踏步板的几种主要形式
（a）一字形；（b）L 形；（c）三角形

针对以上这两种踏步板而言，三角形踏步板的好处是梯段梁的上部不必有锯齿状的突起，而且装配后楼梯梯段下部结构较为平整。为了减轻构件自重，三角形踏步板经常作穿孔处理。

和现浇梁板式楼梯一样，小型构件预制装配式楼梯也可以做成明步或暗步的形式。在材料方面，小型构件装配式楼梯可以用单一的材料制作，例如在钢筋混凝土梯段梁上安装混凝土踏步板，或者在钢梁上安装钢踏步板等。同时，混合材料的使用也很普遍。例如在钢梁上安装混凝土、玻璃或各种天然、复合的木踏步板，在钢筋混凝土梁上安装钢踏步板，等等。可以结合建筑饰面一起考虑。其构件的连接方式可根据材料特点，采用焊接、套接、栓接，等等（图 4-6-3-8 ~ 图 4-6-3-13）。图 4-6-3-14 还提供了装配式螺旋楼梯的踏步形式及安装构造。

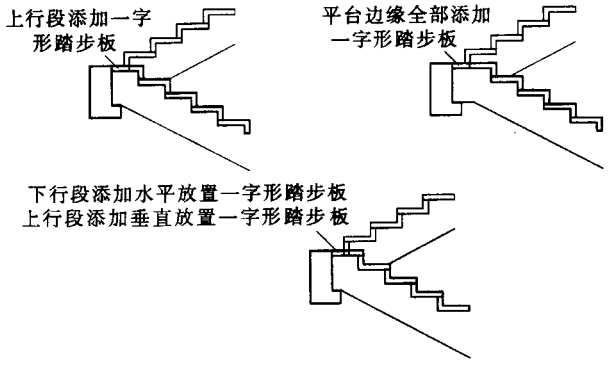
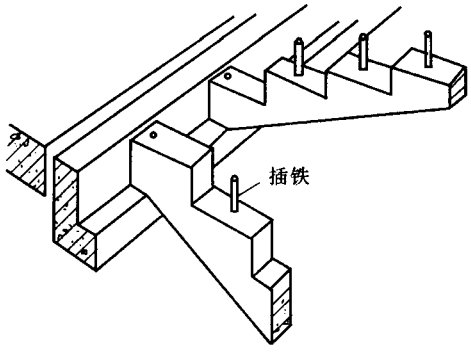
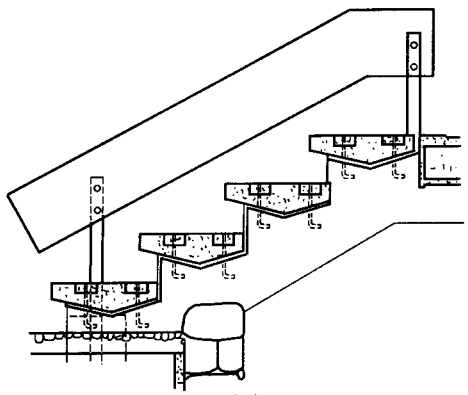


图 4-6-3-7　L 形踏步板和一字形踏步板的配合使用

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

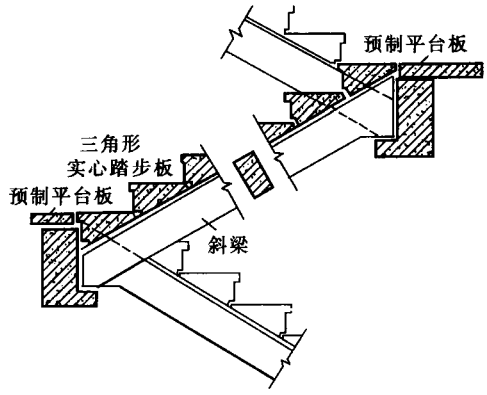


（a）

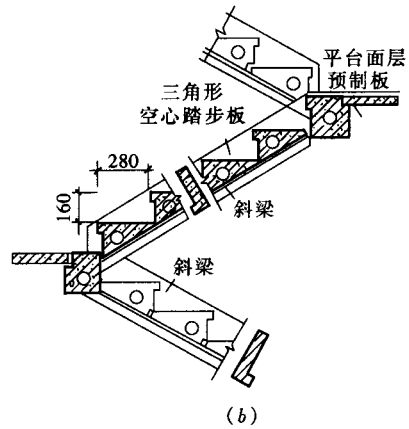


（b）

图 4-6-3-8　一字形踏步板的安装示意图
（a）锯齿形斜梁，每个踏步穿孔，有插铁窝牢；（b）一字形踏步板安装实例

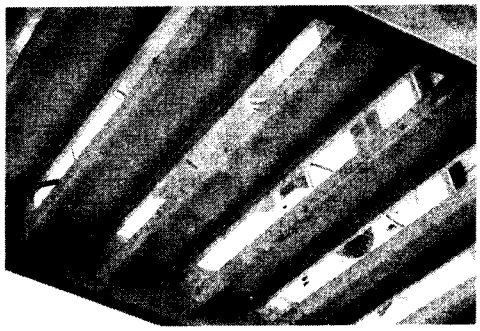


（a）

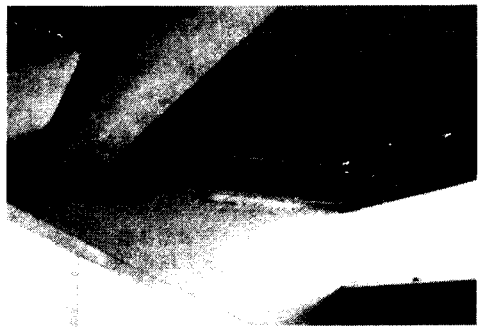


（b）

图 4-6-3-9　三角形踏步板的安装示意图
（a）三角形踏步板与矩形斜梁组成；
（b）三角形空心踏步块与 L 形斜梁组成

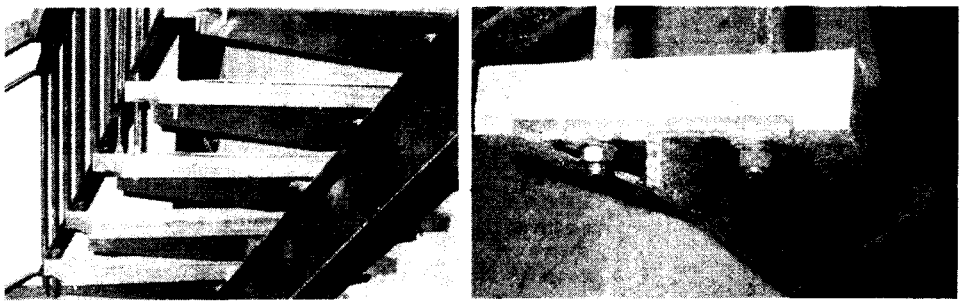


（a）



（b）

图 4-6-3-10　装配式全钢楼梯实例一则
（a）双侧梁一字形踏步板全钢楼梯实例；（b）轧花钢板踏步板与钢梁的连接



（a）　　（b）

图 4-6-3-11　钢梁与木踏步板的组合

（a）工字钢单梁与木制踏步板的组合；（b）木制踏步板的安装节点

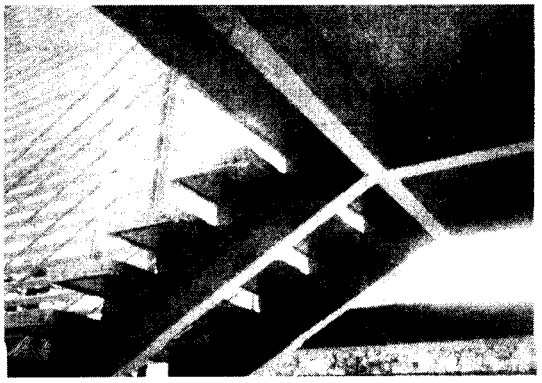


图 4-6-3-12　钢梁与混凝土预制踏步板的组合

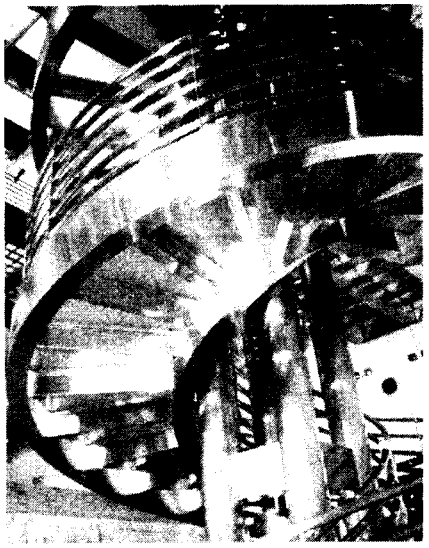
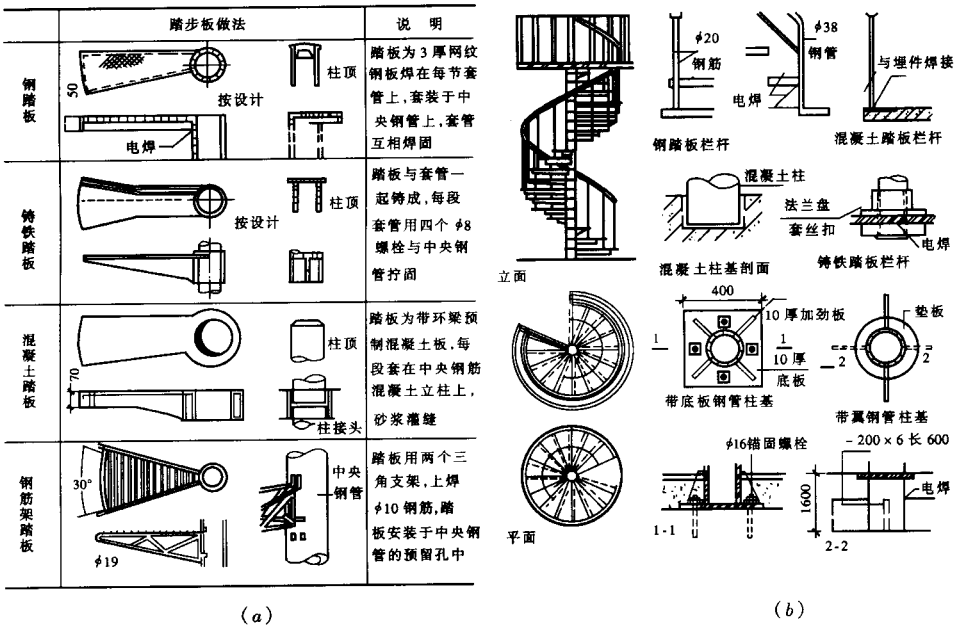


图 4-6-3-13　不锈钢梁与玻璃踏步板的组合

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



（a）　（b）

图 4-6-3-14　装配式螺旋楼梯的踏步形式及安装构造
（a）不同踏步板的做法及安装说明；（b）螺旋形楼梯安装构造

6.3.4　楼梯面层处理

楼梯面层的构造做法与楼板面层大致相同。但因为楼梯是有高差的通道，而且在火灾等灾害发生时往往是疏散逃生的唯一通道，所以踏面材料必须防滑，而且在平台和踏步的前缘都要安装防滑条。防滑条构造与饰面材料有关。图 4-6-3-15 介

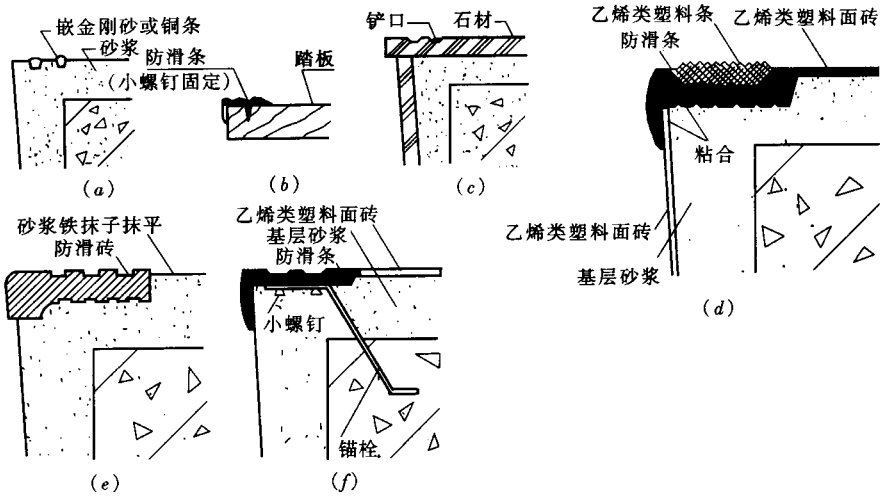


图 4-6-3-15　踏步防滑条常用做法
（a）嵌金刚砂或铜条；（b）钉金属防滑条；（c）石材铲口；（d）粘贴复合材料防滑条；（e）贴防滑面转；（f）锚固金属防滑条

绍了几种常用的防滑条的做法。此外，钢材是不耐火的材料，钢楼梯的钢构件都必须涂防火涂料，踏步板应进行防滑处理。

6.3.5　楼梯扶手栏杆构造

栏杆和栏板对于梯段与平台临空的一边，是重要的安全设施，也是装饰性较强的构件。栏杆与扶手组合后应有一定的强度，须能经受必要的冲击力。可行 3 股人流以上的楼梯，在靠墙一边还要安装靠墙扶手；人流达到 4 股时，在中间也应该设扶手。

1. 楼梯扶手的高度

楼梯的扶手高度一般为自踏面前缘以上 0.90m。室外楼梯，特别是消防楼梯的扶手高度应不小于 1.10m。楼梯栏杆水平段的长度超过 500mm 时，其高度必须不低于 1.05m。幼托及小学校等使用对象主要为儿童的建筑物中，需要在 0.60m 左右的高度再设置一道扶手，以适应儿童的身高。对于养老建筑以及需要进行无障碍设计的场所，楼梯扶手的高度应为 0.85m，而且也应在 0.65m 的高度处再安装一道扶手，扶手的断面还应方便抓握。

2. 楼梯栏杆及栏板的形式以及安装和固定

图 4-6-3-16 是几种最常用的楼梯栏杆及栏板的形式。从中可以看到，立杆是最主要的支撑构件，它通常垂直于楼梯踏面或垂直于梯段设置。常用的立杆材料多为钢材，包括圆钢、方钢、扁钢及钢管等。立杆与混凝土梯段及平台之间的固定方式有与预埋件焊接、开脚预埋（或留孔后装）、与埋件栓接、直接用膨胀螺栓固定等几种。其安装部位多在踏面的边沿位置或踏步的侧边（图 4-6-3-17）。

立杆之间可以用横杆或其他花饰连接。但幼托及小学校等建筑，楼梯栏杆应采用不易攀登的垂直线饰，且垂直线饰间的净距不大于 110mm，以防发生儿童从间隙中跌落的意外。

如果在立杆之间固定安全玻璃、钢丝网、钢板网等就形成了栏板。随着建筑材料的改良和发展，有些玻璃栏板甚至可以不依赖立杆而直接作为受力的栏板来使用（图 4-6-3-18）。但其安全性能必须经过认真检验。此外，栏板还可以如上文中所提到的那样用上翻的梯段梁来代替。有些现浇的钢筋混凝土楼梯可以将混凝土栏板与梯段整浇在一起，或者预留插铁、埋件等连接件，以便与栏板构件连接。

3. 楼梯扶手安装和制作

室内楼梯的扶手多采用木制品，也有采用合金或不锈钢等金属材料以及工程塑料的。室外楼梯的扶手较少采用木料，以避免产生开裂及翘曲变形。金属和塑料是常用的室外楼梯扶手材料，此外，石料及混凝土预制件也并不少见。楼梯扶手一般是连续设置的，除金属扶手可以与金属立杆直接焊接外，木制和塑料扶手

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

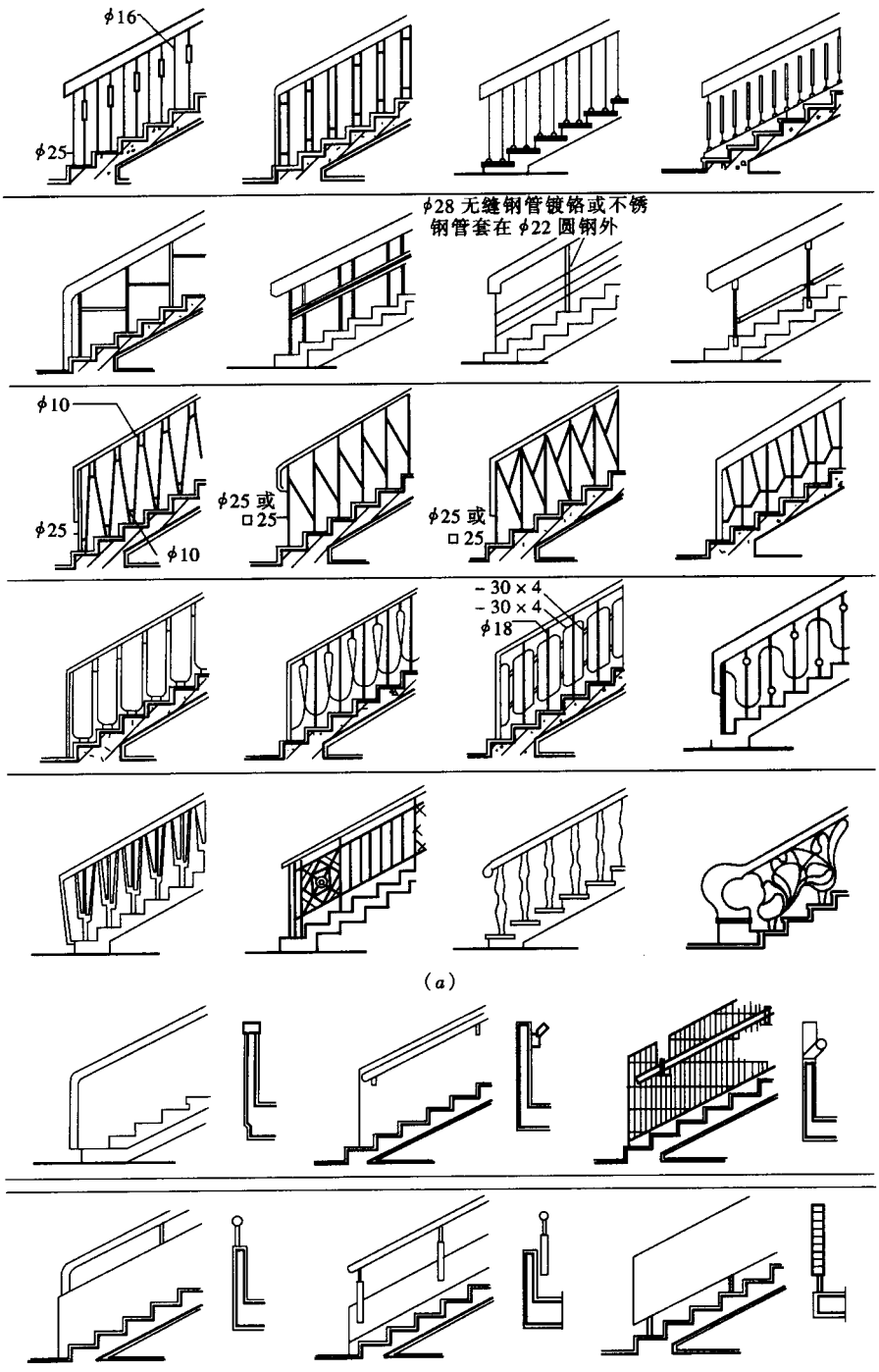
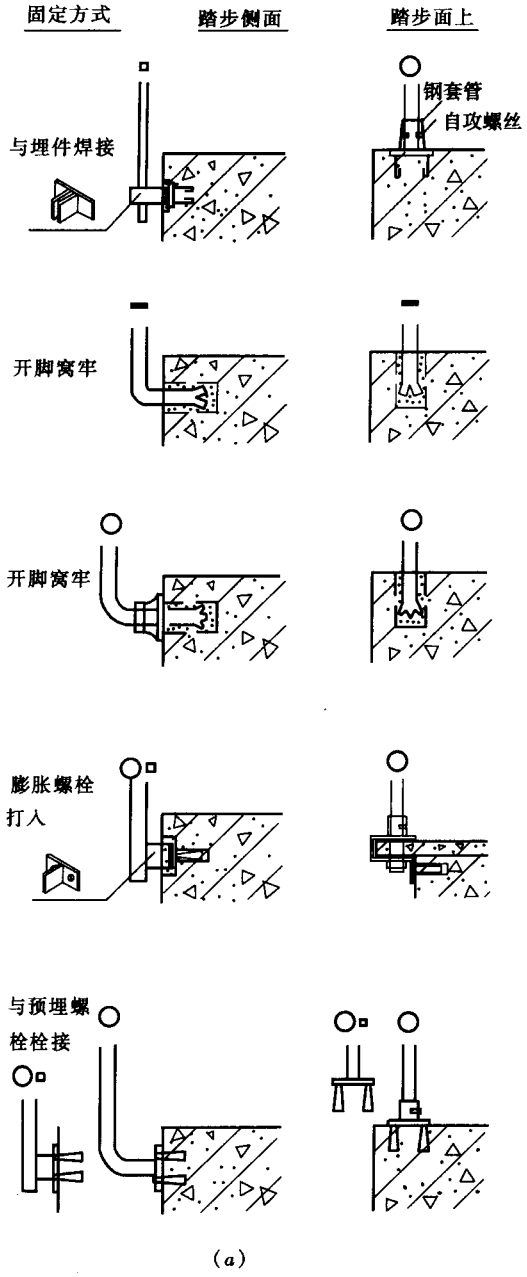
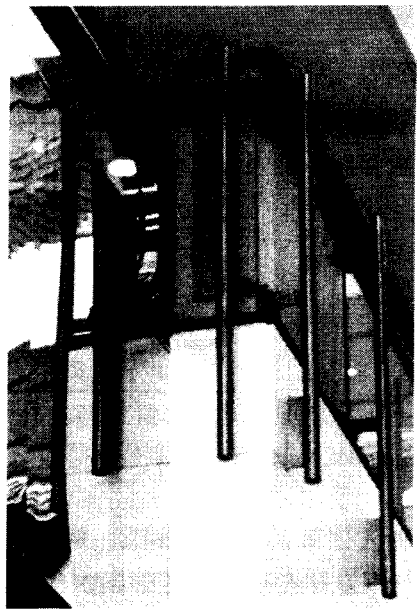


图 4-6-3-16　楼梯栏杆及栏板形式举例

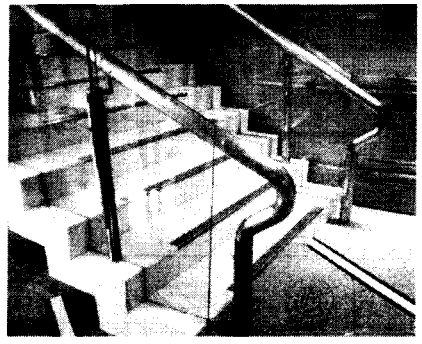
（a）各种楼梯栏杆形式；（b）各种楼梯栏板形式



（a）



（b）



（c）

图 4-6-3-17　楼梯栏杆立杆的安装方式

（a）楼梯栏杆立杆安装方式；（b）安装在楼梯侧边的栏杆立杆；（c）安装在楼梯踏面上的栏杆立杆

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

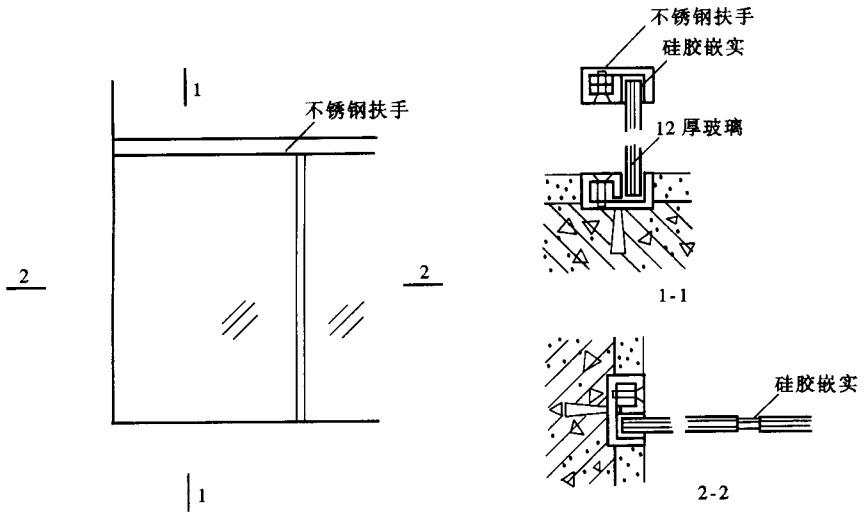


图 4-6-3-18　玻璃用作栏板结构构件固定扶手的方法一例

与钢立杆连接往往还要借助于焊接在立杆上的通长的扁铁来与扶手用螺钉连接或卡接。图 4-6-3-19 介绍了几种常见的楼梯扶手的安装方法。同样的方法可以连接靠墙的扶手和安装在侧墙上的金属短杆（图 4-6-3-20）。

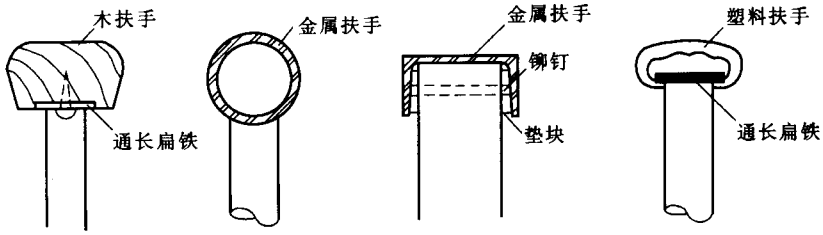


图 4-6-3-19　几种常见的楼梯扶手的安装方法

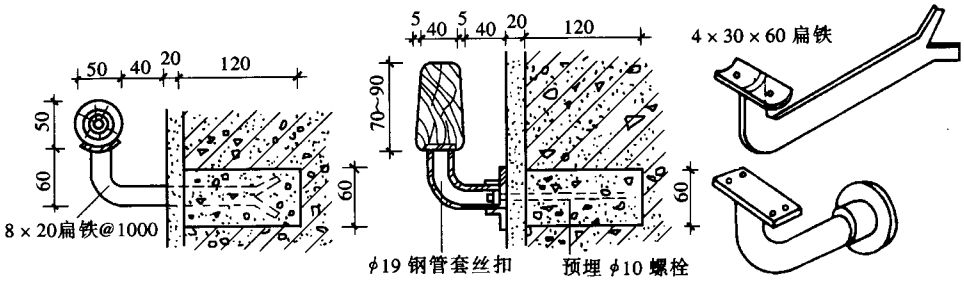


图 4-6-3-20　靠墙楼梯扶手的安装方法

6.4 楼梯设计概要

在对楼梯进行设计时，首先应该掌握相关规范的一般规定以及对不同类型建筑物楼梯的特殊规定。因为楼梯除了是一般的垂直通道外，还是重要的消防通道，规范主要是针对其安全性能及使用特点来加以要求的。

6.4.1 有关楼梯设计的一般规定

楼梯设计必须符合下列的有关规定：

（1）公共楼梯设计的每段梯段的步数不超过 18 级，不少于 3 级。

（2）梯级的踢面高度原则上不超过 180mm。作为疏散楼梯时规范还规定了不同类型建筑楼梯踏步高度的上限和深度的下限，如住宅不超过 175mm × 260mm，商业建筑不超过 160mm × 280mm，等等。

（3）楼梯的梯段宽（净宽，指墙边到扶手中心线的距离）一般按每股人流 550mm + (0 ~ 150mm)；不同类型的建筑按楼梯的使用性质需要不同的梯段宽。一般一股人流宽度大于 900mm，两股人流宽度在 1100 ~ 1400mm，三股人流在 1650 ~ 2100mm，但公共建筑都不应少于 2 股人流。

（4）楼梯的平台深度（净宽）不应小于其梯段的宽度。

（5）在有门开启的出口处和有结构构件突出处，楼梯平台应适当放宽（图 4-6-4-1）。

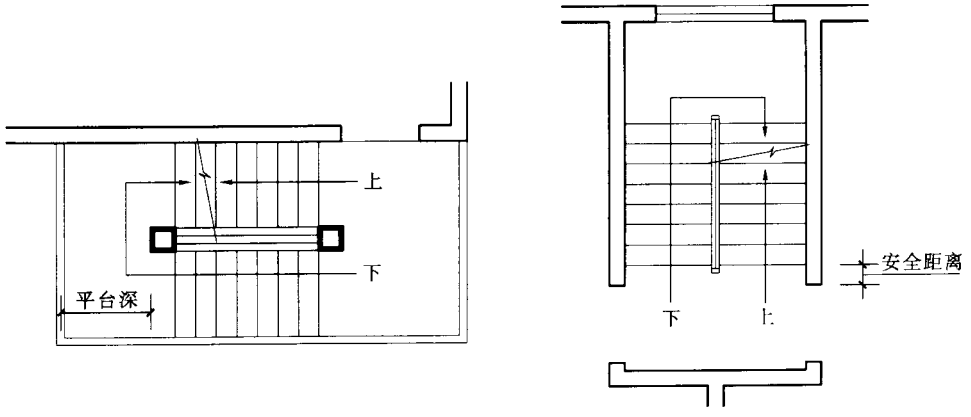


图 4-6-4-1　平台深度需要加大的情况举例

（a）平台深避开结构柱起算；（b）遇有开门处踏步留出安全距离

（6）楼梯的梯段下面的净高不得小于 2200mm；楼梯的平台处净高不得小于 2000mm（图 4-6-4-2）。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

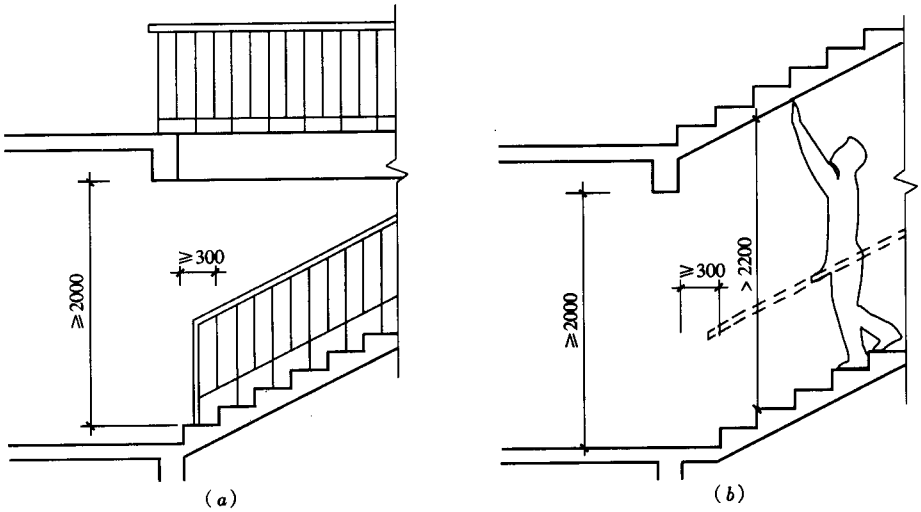


图 4-6-4-2　楼梯平台及梯段下净高控制

(a) 平台梁下净高；(b) 梯段下净高

6.4.2　楼梯设计的一般步骤

在对建筑物的楼梯进行设计时，先要决定楼梯所在的位置，然后可以按照以下步骤进行设计：

1. 决定层间梯段段数及其平面转折关系

在建筑物的层高及平面布局已定的情况下，楼梯的平面转折关系由楼梯所在的位置及交通的流线决定。楼梯在层间的梯段数必须符合交通流线的需要，而且每个梯段所有的踏步数应该在规范所规定的范围内。

图 4-6-4-3 是底层、中间层和顶层楼梯平面的表示方法。从中可以反映楼梯

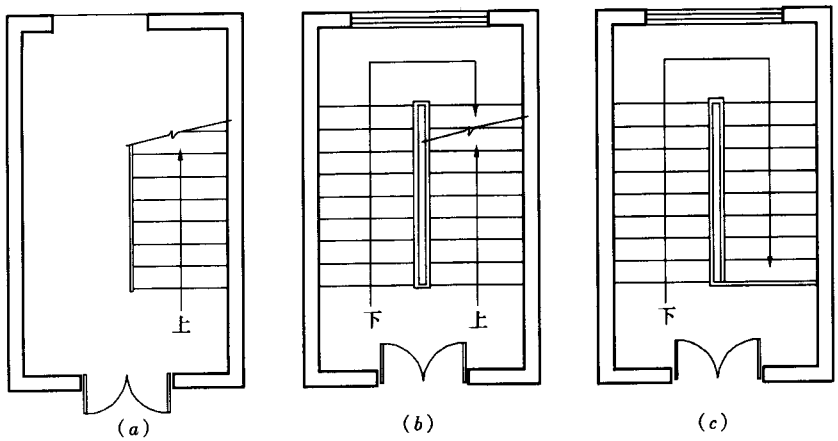


图 4-6-4-3　楼梯的平面表示法

(a) 底层楼梯平面；(b) 中间层楼梯平面；(c) 顶层楼梯平面

的基本布局以及转折的关系。由于平面图的剖切位置默认为是站在该层平面上的人眼的高度，因此在楼梯的平面图上有可能出现剖切线。在底层楼梯平面中，一般只有上行段，剖切线将梯段在人眼的高度处截断。中间层楼梯的上行段表示法同底层，下行段的水平投影线的可见部分至上行段的剖切线处为止。顶层楼梯因为只有向下行一个方向，所以不会出现剖切线。

无论是底层楼梯、中间层楼梯还是顶层楼梯，都必须用箭头标明上下行的方向，注清上行或下行，而且必须从每层正平台处开始标注。

2. 按照规范要求通过试商决定层间的楼梯踏步数

根据所设计建筑物的性质，用规范所规定的楼梯踏步踢面高度的上限来对建筑层高进行试商，经调整可以得出层间的楼梯踏步数。将其分配到各个梯段中，就可以决定梯段的长短。

由于梯段与平台之间也存在一个踏步的高差，因此在楼梯平面图中，应该将一条线看成是一个高差，如果某梯段有 n 个踏步的话，该梯段的长度为踏步深 $b \times (n-1)$。

如果整个建筑物的各层层高有变化，则不同的梯段间踏步的踢面高度可略有不同，但差别不能太大，大约在几个毫米左右，否则会影响其安全使用。而且每一个梯段中各个踏步的高度应该一致。

对于诸如圆楼梯这样踏步两端宽度不一，特别是内径较小的楼梯来说，为了行走的安全，往往需要将梯段的宽度加大。即当梯段的宽度 < 1100mm 时，以梯段的中线为衡量标准，当梯段的宽度 > 1100mm 时，以距其内侧 500 ~ 550mm 处为衡量标准来作为踏面的有效宽度。

3. 决定整个楼梯间的平面尺寸

根据楼梯在紧急疏散时的防火要求，楼梯往往需要设置在符合防火规范规定的封闭楼梯间内。扣除墙厚以后，楼梯间的净宽度为梯段总宽度及中间的楼梯井宽度之和，楼梯间的长度为平台总宽度与最长的梯段长度之和。其计算基础是符合规范规定的梯段的设计宽度以及层间的楼梯踏步数。

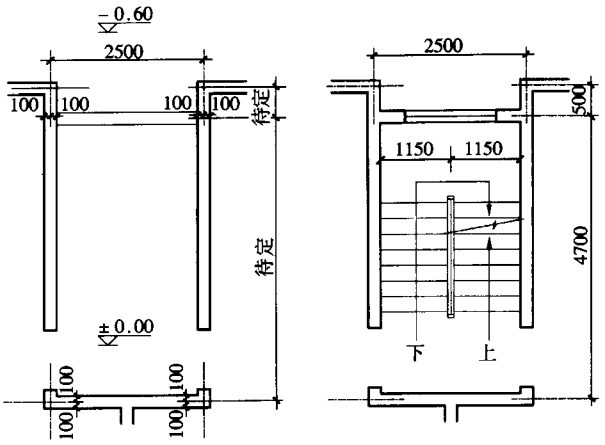
此外，当楼梯平台通向多个出入口或有门向平台方向开启时，楼梯平台的深度应考虑适当加大以防止碰撞。如果梯段需要设两道及以上的扶手或扶手按照规定必须伸入平台较长距离时，也应考虑扶手设置对楼梯和平台净宽的影响。

4. 用剖面来检验楼梯的平面设计

楼梯在设计时必须单独进行剖面设计来检验其通行的可能性，尤其是检验与主体结构交汇处有无构件安置方面的矛盾，以及其下面的净空高度是否符合规范要求。如果发现问题，应当及时修改。

下面用一个例子来介绍用两种组织交通的途径对一栋普通多层住宅的楼梯进行设计时可能碰到的问题及其解决方法。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



(a)　(b)

图 4-6-4-4　待设计的住宅楼梯间平面图

(a) 待定楼梯间平面；(b) 标准层平面

5. 实例探讨

图 4-6-4-4(a)所示的普通多层住宅的楼梯间平面，建筑层高为 2.80m，墙厚 200mm，室内外高差 600mm。通过计算选择可以确定其踏步尺寸为 175mm × 260mm，层间共两跑，对折楼梯，每跑 8 步，梯段宽 1150mm(计算到扶手中心线为 1100mm)。从而得出标准层楼梯间轴线尺寸为 2500mm × 4700mm(图 4-6-4-4b)。

但是由于底层两户居民必须通过楼梯间进入户内，因此交通流线可以选择从室外用直跑楼梯直接通往二层，让出楼梯间一半的通道来给底层居民使用（图 4-6-4-5）；或者选择所有的居

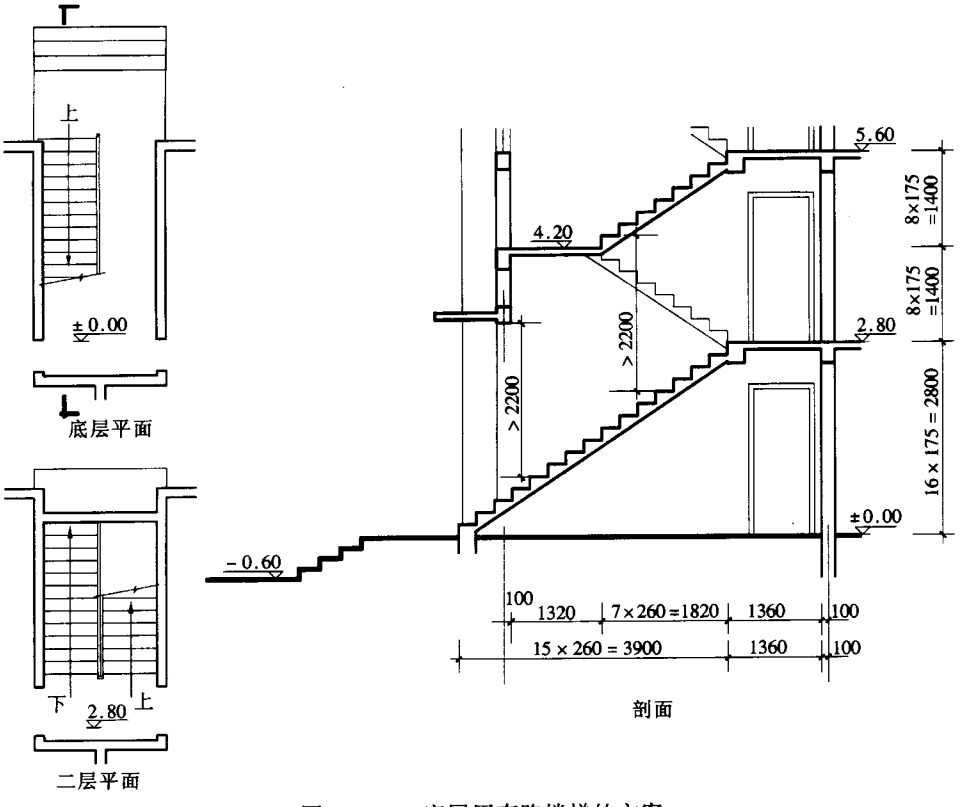


图 4-6-4-5　底层用直跑楼梯的方案

民都先进入底层楼梯间，再分别上楼或者进入底层户内（图 4-6-4-6）。

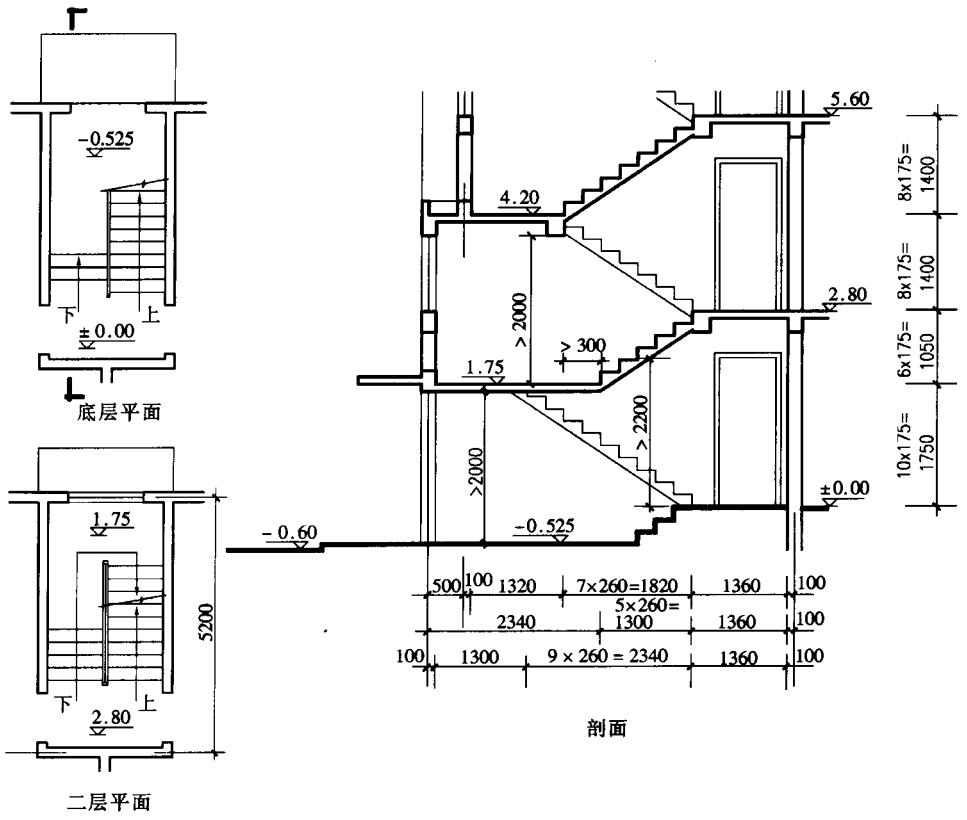


图 4-6-4-6　底层进门后再上楼梯的方案

其中第一种选择对于楼梯设计的关键是控制底层直跑楼梯上部与一层圈梁底之间的净高以及该楼梯上部与二层标准梯段之间的净高。解决方法是将楼梯间局部的一层圈梁升高，通过构造柱与圈梁的其他部分连接。

其中第二种选择对于楼梯设计的关键是控制底层进门处楼梯半平台以下的净高以及该半平台上部与二层楼梯半平台之间的净高。解决方法是利用室内外高差将进门处室内地面落低，同时将上面半平台处的平台梁移到墙内并令其上翻，最后确定从 1.75m 标高到 2.80m 标高处的梯段的位置，令其既能够避让上部的平台梁，又能够保证与下面几级踏步间的净高符合规范要求。

6.5　台阶和坡道构造

大部分台阶与坡道属于室外工程。除了某些大型的公共建筑，像大型体育馆等在同一时间段内有可能有大量人流通过，或者是室外的大型场地存在高差，需

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

要较大规模的台阶等之外，一般需解决的高度不高。但坡道因为坡度一般较缓，因此有可能长度较长，占地较多。近年来建筑对地下空间的开发利用较为广泛，特别是高层建筑的地下室，常用来作为停车场，坡道在其中是必不可少的。

同楼梯一样，台阶也分踏步以及平台两部分。室外坡道与建筑物室内的连接处往往也会用平台过渡。这样的室外平台应该比建筑底层室内地面标高略微低一点，并且表面有较小的坡度令雨水等排向远离建筑物的方向。

一般公共建筑主要出入口处的台阶每级不超过150mm高，踏面宽度最好选择在350～400mm左右，可以更宽。一些医院及运输港的台阶则常选择100mm左右的踢面高和400mm左右的踏面深，以方便病人及负重的旅客行走。

坡道的坡度一般在1/6～1/12左右。

台阶与坡道在构造上的要点是对变形的处理。由于房屋主体沉降、热胀冷缩、冰冻等因素，都有可能造成台阶与坡道的变形。常见的情况有平台向房屋主体方向倾斜，造成倒泛水；台阶与坡道的某些部位开裂等等。解决方法无外乎加强房屋主体与台阶及坡道之间的联系，以形成整体沉降；或索性将二者结构完全脱开，加强节点处理两种。图4-6-5-1介绍了这方面的经验。在严寒地区，实铺的台阶与坡道可以采用换土法，自冰冻线以下至所需标高换上保水性差的砂垫层，以减小冰冻的影响。此外，配筋对防止开裂也很有效。大面积的平台还应设置分仓缝，读者可查阅本书有关刚性防水屋面做法和有关变形处理的章节来加强理解。

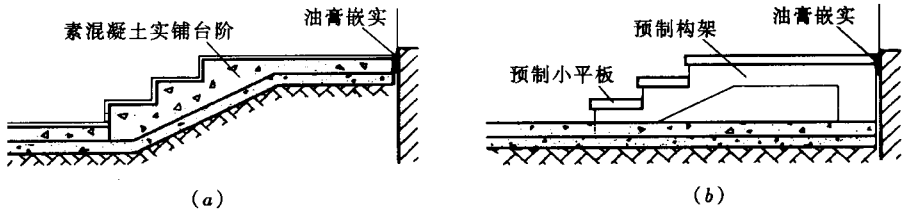


图4-6-5-1　台阶与主体结构脱开的做法

(a) 实铺；(b) 架空

室外台阶与坡道因为在雨天也一样使用，所以面层材料必须防滑，坡道表面常做成锯齿形或带防滑条（图4-6-5-2）。

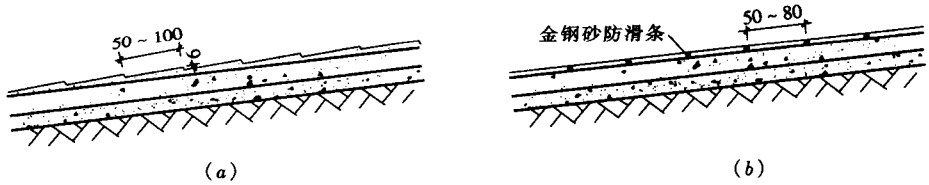


图4-6-5-2　坡道表面防滑处理

(a) 表面带锯齿形；(b) 表面带防滑条

6.6　有高差处无障碍设计的构造问题

在解决连通不同高差的问题时，虽然可以采用诸如楼梯、台阶、坡道等设施，但这些设施在给某些残疾人使用时仍然会造成不便，特别是下肢残疾的人和视觉残疾的人。下肢残疾的人往往会借助拐杖和轮椅代步，而视觉残疾的人则往往会借助导盲棍来帮助行走。无障碍设计中有一部分就是指能帮助上述两类残疾人顺利通过高差的设计。下面将无障碍设计中一些有关楼梯、台阶、坡道等的特殊构造问题作一介绍。

6.6.1　坡道的坡度和宽度

坡道是最适合残疾人的轮椅通过的途径，它还适合于拄拐杖和借助导盲棍者通过。其坡度必须较为平缓，还必须有一定的宽度。以下是有关的一些规定：

1. 坡道的坡度

我国对便于残疾人通行的坡道的坡度标准为不大于 1/12，同时还规定与之相匹配的每段坡道的最大高度为 750mm，最大坡段水平长度为 9000mm。

2. 坡道的宽度及平台宽度

为便于残疾人使用的轮椅顺利通过，室内坡道的最小宽度应不小于 900mm，室外坡道的最小宽度应不小于 1500mm。图 4-6-6-1 表示相关的坡道平台所应具有的最小宽度。

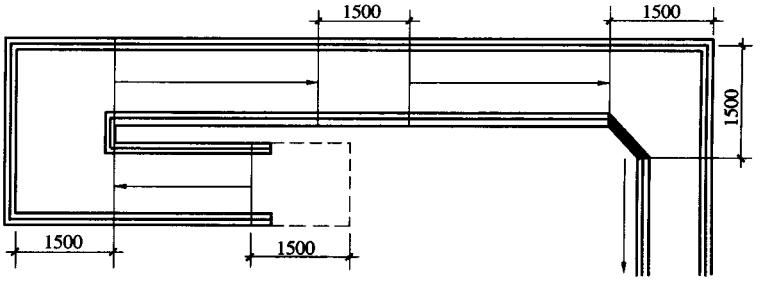


图 4-6-6-1　室外无障碍坡道的平面尺寸

6.6.2　楼梯形式及扶手栏杆

1. 楼梯形式及相关尺度

供拄拐者及视力残疾者使用的楼梯，应采用直行形式，例如直跑楼梯、对折的双跑楼梯或成直角折行的楼梯等等（4-6-6-2），不宜采用弧形梯段或在半平台上设置扇步（图 4-6-6-3）。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

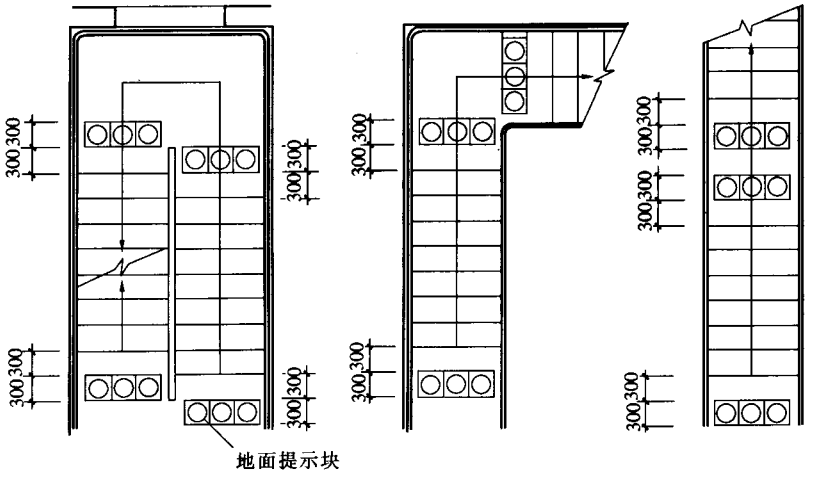


图 4-6-6-2　适合做无障碍设计的楼梯类型

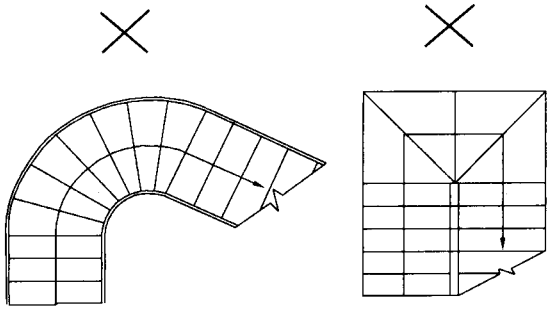


图 4-6-6-3　不适合做无障碍设计的楼梯类型

楼梯的坡度应尽量平缓，其踢面高不大于 150mm，其中养老建筑为 140mm，且每步踏步应保持等高。

楼梯的梯段宽度公共建筑不小于 1500mm；居住建筑不小于 1200mm。

2. 踏步设计注意事项

供拄拐者及视力残疾者使用的楼梯踏步应选用合理的构造形式及饰面材料，注意无直角突沿，以防发生勾绊行人或其助行工具的意外事故（图 4-6-6-4）；同时注意表面不滑，不得积水，防滑条不得高出踏面 5mm 以上。

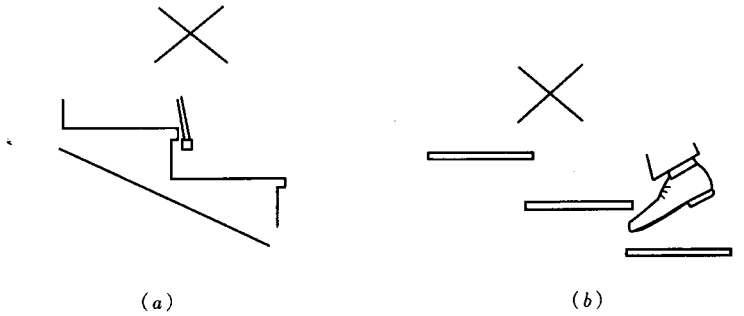


图 4-6-6-4　不符合无障碍要求的楼梯踏步形式

（a）有直角突缘不可用；（b）踏步无踢面不可用

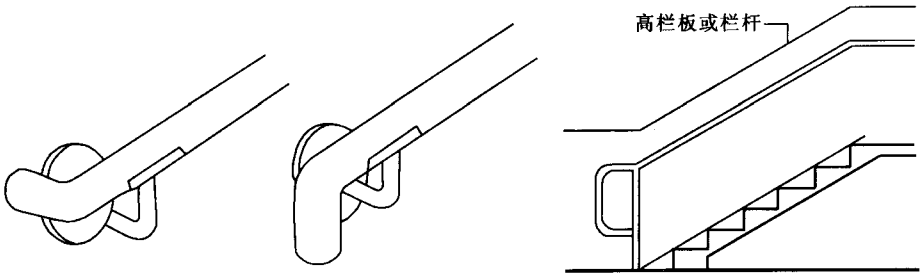


图 4-6-6-5　符合无障碍要求的楼梯、坡道扶手构造形式

3. 楼梯、坡道扶手栏杆

楼梯、坡道的扶手栏杆应坚固适用，且应在两侧都设有扶手。公共楼梯应设上下双层扶手。在楼梯的梯段（或坡道的坡段）的起始及终结处，扶手应自其前缘向前伸出 300mm 以上，两个相邻梯段的扶手应该连通，梯段与平台的扶手也应连通；扶手末端应向下或伸向墙面（图 4-6-6-5）。扶手的断面形式应便于抓握（图 4-6-6-6）。

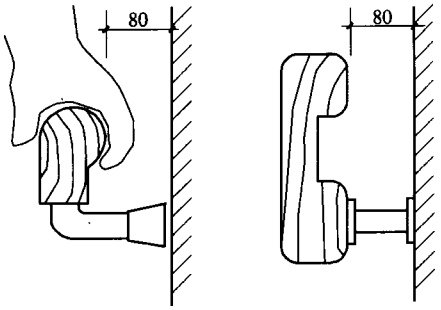
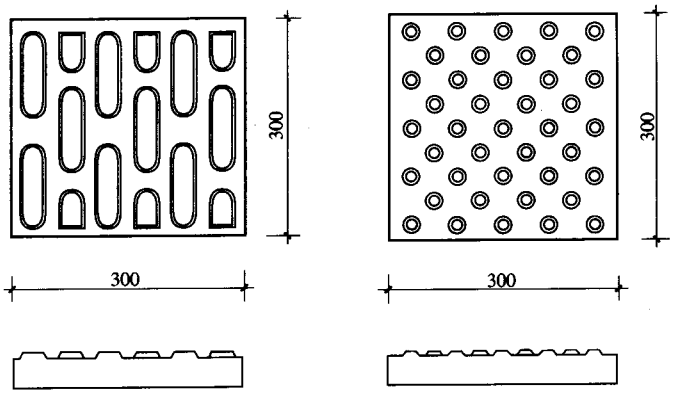


图 4-6-6-6　符合无障碍要求的楼梯、坡道扶手断面形式

6.6.3　地面提示块的设置

地面提示块又称导盲块，一般设置在有障碍物、需要转折、存在高差等场所，利用其表面上的特殊构造形式，向视力残疾者提供触摸信息，提示该停步或需改变行进方向等等。图 4-6-6-7 所示为常用的地面提示块的两种形式。上图 4-6-6-2 中已经标明了它在楼梯中的设置位置，同样在坡道上也适用。



（a）　　（b）

图 4-6-6-7　地面提示块的形式及提示内容

（a）地面提示行进块材；（b）地面提示停步块材

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

6.6.4 构件边缘处理

鉴于安全方面的考虑，凡有凌空处的构件边缘，包括楼梯梯段和坡道的凌空一面、室内外平台的凌空边缘等，都应该向上翻起不低于50mm的安全挡台。这样可以防止拐杖或导盲棍等工具向外滑出，对轮椅也是一种安全制约(图4-6-6-8)。

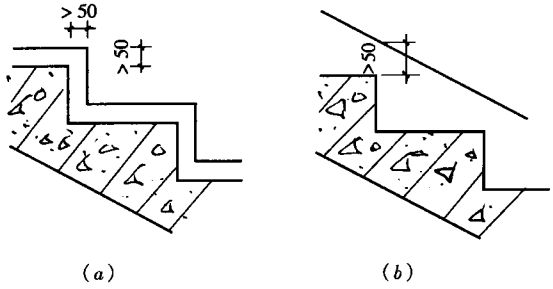


图4-6-6-8　楼梯侧边安全挡台的设置
(a) 立缘；(b) 踢脚板

6.7 电梯和自动扶梯

在多层和高层建筑以及某些工厂、医院中，为了上下运行的方便、快速和实际需要，常设有电梯。电梯有乘客、载货两大类，除普通乘客电梯外尚有医院专用的医用梯、供游览的观光电梯等(图4-6-7-1)。不同厂家提供的设备尺寸、运行速度及对土建的要求都不同，在设计时应按厂家提供的产品尺度进行设计。

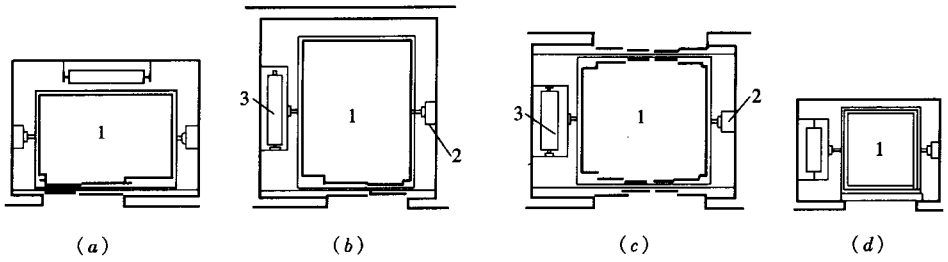


图4-6-7-1　不同种类的电梯井道平面内部
(a) 普通客梯；(b) 医用梯；(c) 双开门货梯；(d) 小型提物梯
1—轿厢；2—导轨及撑架；3—平衡重

6.7.1 电 梯 井 道

电梯井道是电梯运行的通道，内除电梯及出入口外还安装有导轨、平衡重及缓冲器等（图 4-6-7-2）。

1. 井道的防火

井道是高层建筑穿通各层的垂直通道，火灾事故中火焰及烟气容易从中蔓延。因此井道围护构件应根据有关防火规定进行设计，较多采用钢筋混凝土墙。

高层建筑的电梯井道内，超过两部电梯时应用墙隔开。

2. 井道的隔声

为了减轻机器运行时对建筑物产生振动和噪声，应采取适当的隔振及隔声措施。一般情况下，只在机房机座下设置弹性垫层来达到隔振和隔声的目的（图 4-6-7-3）。电梯运行速度超过 1.5m/s 者，除设弹性垫层外，还应在机房与井道间设隔声层，高度为 1.5 ~ 1.8m（见图 4-6-7-3*b*）。

电梯井道外侧应避免作为居室，否则应注意设置隔声措施。最好楼板与井道壁脱开，另作隔声墙；简易者也有只在井道外加砌加气混凝土块衬墙。

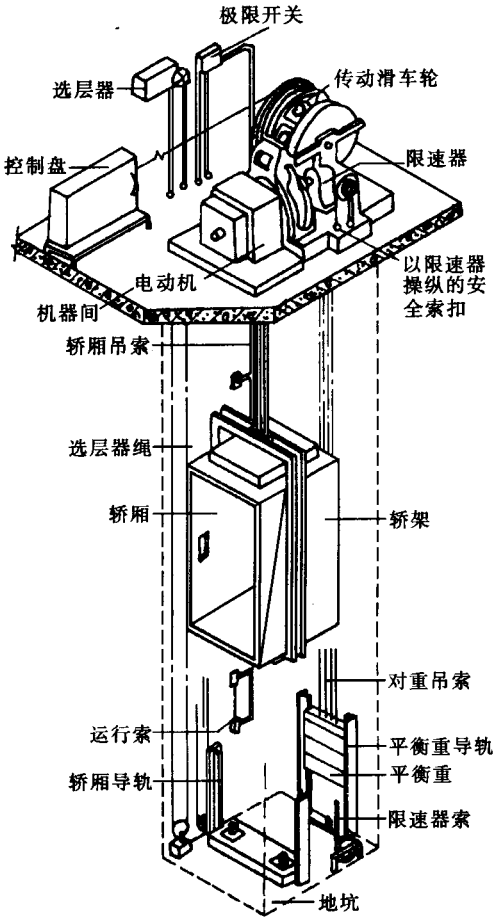


图 4-6-7-2　电梯井道内部透视示意

3. 井道的通风

井道除设排烟通风口外，还要考虑电梯运行中井道内空气流动问题。一般运行速度在 2m/s 以上的乘客电梯，在井道的顶部和底坑应有不小于 300mm × 600mm 的通风孔，上部可以和排烟孔（井道面积的 3.5%）结合。层数较高的建筑，中间也可酌情增加通风孔。

4. 井道的检修

井道内为了安装、检修和缓冲，井道的上下均须留有必要的空间，其尺寸与运行速度有关。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

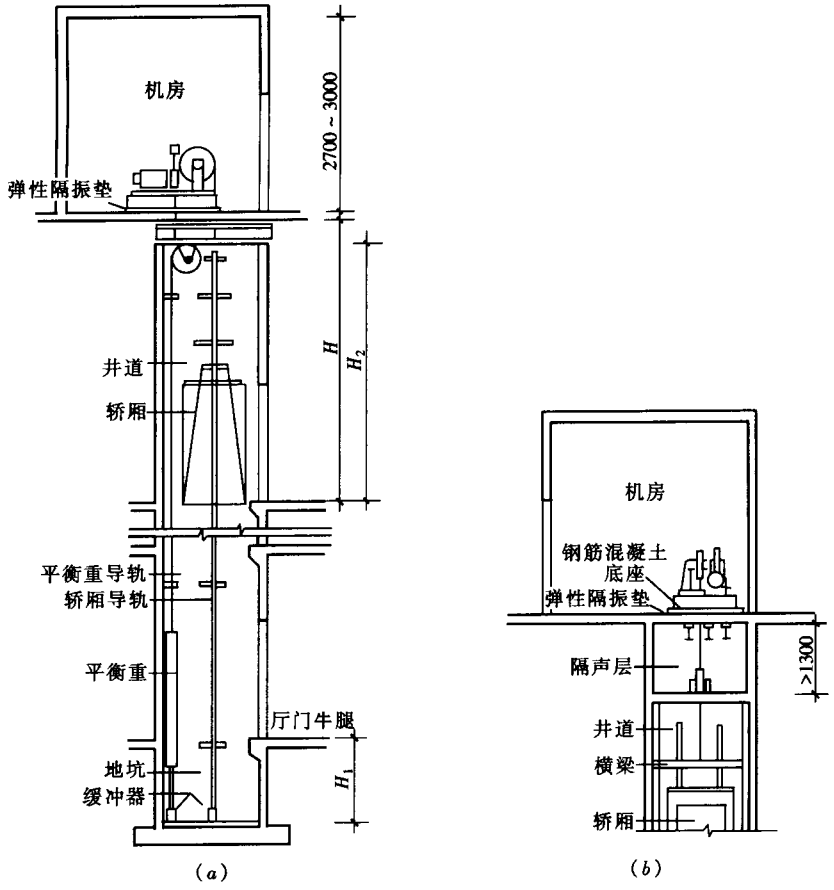


图 4-6-7-3　电梯机房隔振、隔声处理

（a）无隔声层（通过电梯门剖面）；（b）有隔声层（平行电梯门剖面）

井道底及坑壁均须考虑防水处理。消防电梯的井道底坑还应有排水设施。为便于检修，须考虑坑壁设置爬梯和检修灯槽，坑底位于地下室时，宜从侧面开一检修用小门，坑内预埋件按电梯厂要求确定。

6.7.2　电　梯　门

电梯门一般为双扇推拉门，宽 800～1500mm，有中央分开推向两边的和双扇推向同一边的两种。推拉门的滑槽通常安置在门套下楼板边梁如牛腿状挑出部分，构造如图 4-6-7-4（a）所示。对于在不同楼层有不同交通流线组织要求的电梯，还可以按需要在两面开门。门边通常需要预留安装层间按钮、指示装置等的孔洞，如图 4-6-7-4（b）所示。

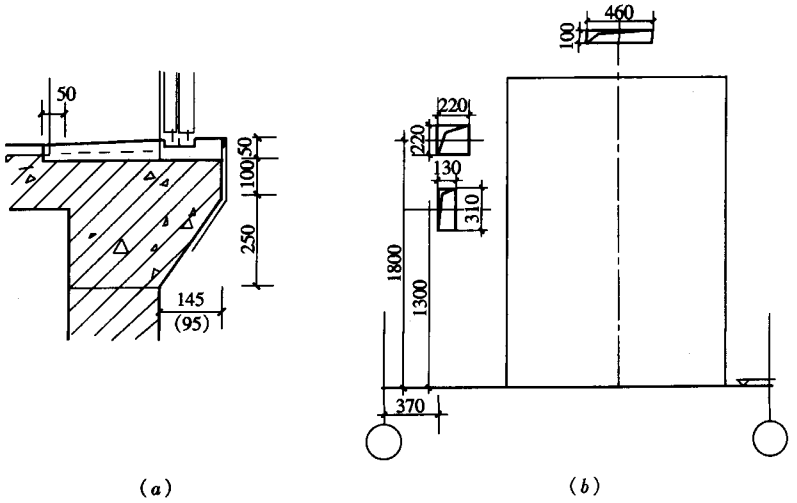


图 4-6-7-4　电梯门构造示意

（a）电梯门洞设牛腿；（b）电梯门洞附近留孔示意

6.7.3 电 梯 机 房

电梯机房一般设置在电梯井道的顶部，少数也有设在底层井道旁边。机房平面尺寸须根据机械设备尺寸的安排及管理、维修等需要来决定，一般至少有两个面每边扩出 600mm 以上的宽度。高度多为 2.5～3.5m。

机房围护构件的防火要求应与井道一样。为了便于安装和修理，机房的楼板应按机器设备要求的部位预留孔洞。

6.7.4 自 动 扶 梯

自动扶梯适用于车站、码头、空港、商场等人流量大的场所，是建筑物层间连续运输效率最高的载客设备（图 4-6-7-5）。一般自动扶梯均可正、逆方向运行，停机时可当作临时楼梯行走，平面布置可单台设置或双台并列。双台并列时往往采取一上一下的方式，求得垂直交通的连续性。但必须在二者之间留有足够的结构间距（目前有关规定为不小于 380mm），以保证装修的方便及使用者的安全。

自动扶梯的机械装置悬在楼板下面，楼层下做装饰处理，底层则做地坑。在其机房上部自动扶梯口处应做活动地板，以利检修（图 4-6-7-6）。地坑也应作防水处理。

在建筑物中设置自动扶梯时，上下两层面积总和如超过防火分区面积要求时，应按防火要求设防火隔断或复合式防火卷帘封闭自动扶梯井，如图 4-6-7-7 所示。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

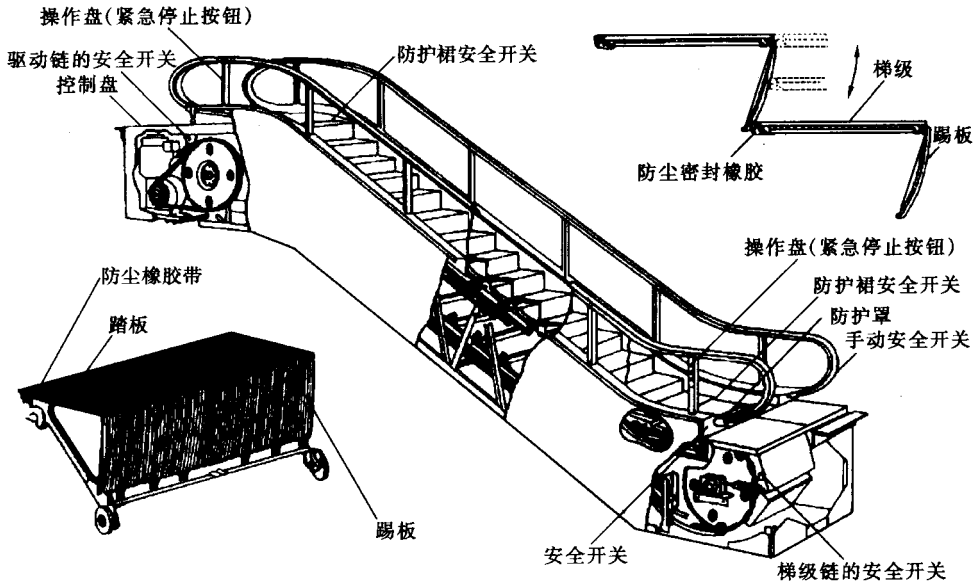


图 4-6-7-5　自动扶梯构成示意

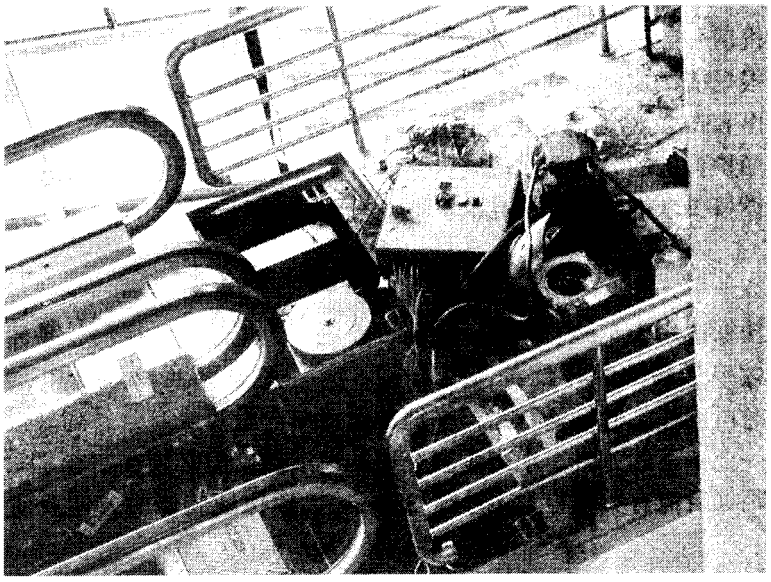


图 4-6-7-6　自动扶梯口设有设备坑及检修口

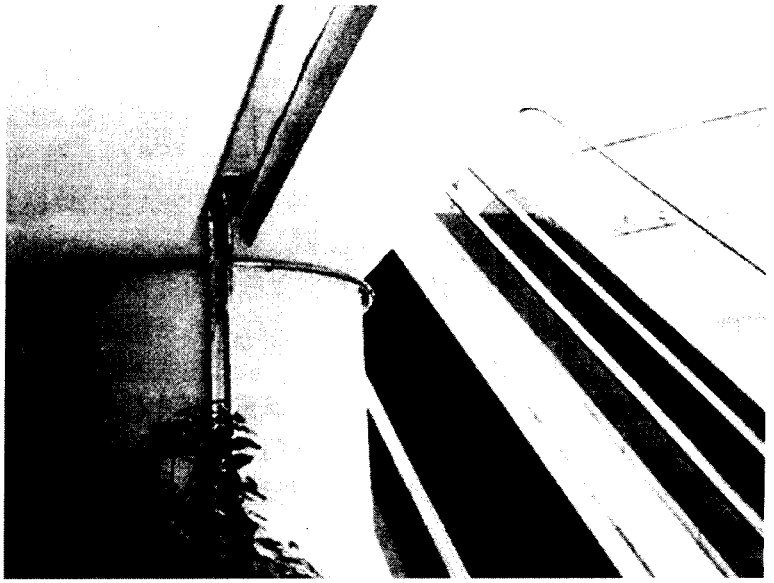


图 4-6-7-7　自动扶梯四周设防火卷帘以满足防火分区的需要

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第7章 门 和 窗

7.1 门 窗 概 述

7.1.1 门窗的作用及功能要求

门窗属于房屋建筑中的围护及分隔构件，不承重。其中门的主要功能是供交通出入及分隔、联系建筑空间，带玻璃或亮子的门也可起通风、采光的作用；窗的主要功能是采光、通风及观望。另外，门窗对建筑物的外观及室内装修造型影响也很大，它们的大小、比例尺度、位置、数量、材质、形状、组合方式等是决定建筑视觉效果的非常重要的因素之一。建筑门窗应满足以下要求：

1. 采光和通风方面的要求

按照建筑物的照度标准，建筑门窗应当选择适当的形式以及面积。

从形式上看，长方形窗构造简单，在采光数值和采光均匀性方面最佳，所以最常用。但其采光效果还与宽、高的比例有关。按照国家相应的规范要求，一般居住建筑的起居室、卧室的窗户面积不应小于地板面积的1/7；公共建筑方面，学校为1/5，医院手术室为1/2～1/3，辅助房间为1/12。通常竖立长方形窗适用在进深大的房间，这样阳光直射入房间的最远距离较大；正方形窗则可用于进深较小的房间；而横置长方形窗仅用于进深浅的房间或者是需要视线遮挡的高窗，如卫生间等。在设置位置方面，如采用顶光，亮度会达到侧窗的6～8倍。

窗户的组合形式对采光效果也有影响。窗与窗之间由于墙垛（窗间墙）产生阴影的关系，一樘窗户所通过的自然光量比同样面积由窗间墙隔开的相邻的两樘窗户所通过的光量为大，因此在理论上最好采用一樘宽窗来满足采光要求。比如，同样高度，一樘宽度2100mm的窗户就比并列的三樘700mm宽的窗户采光量大40%。

在通风方面，自然通风是保证室内空气质量的最重要因素。这一环节主要是通过门窗位置的设计和适当类型的选用来实现的。在进行建筑设计时，必须注意选择有利于通风的窗户形式和合理的门窗位置，以获得空气对流。

2. 密闭性能和热工性能方面的要求

门窗大多经常启闭，构件间缝隙较多，再加上启闭时会受震动，或者由于主体结构的变形，使得它们与建筑主体结构间出现裂缝，这些缝有可能造成雨水或

风沙及烟尘的渗漏，还可能对建筑的隔热、隔声带来不良影响。因此与其他围护构件相比，门窗在密闭性能方面的问题更突出。

此外，门窗部分很难通过添加保温材料来提高其热工性能，因此选用合适的门窗材料及改进门窗的构造方式，对改善整个建筑物的热工性能、减少能耗，起着重要的作用。

3. 使用和交通安全方面的要求

门窗的数量、大小、位置、开启方向等，均会涉及到建筑的使用安全。例如相关规范规定了不同性质的建筑物以及不同高度的建筑物，其开窗的高度不同，这完全是出于安全防范方面的考虑。又如在公共建筑中，规范规定位于疏散通道上的门应该朝疏散的方向开启，而且通往楼梯间等处的防火门应当有自动关闭的功能，也是为了保证在紧急状况下人群疏散顺畅，而且减少火灾发生区域的烟气向垂直逃生区域的扩散。

4. 在建筑视觉效果方面的要求

门窗的数量、形状、组合、材质、色彩是建筑立面造型中非常重要的部分。特别是在一些对视觉效果要求较高的建筑中，门窗更是立面设计的重点。

7.1.2 常用的门窗材料

门窗通常可用木、金属、塑料等材料制作。

木制门窗用于室内的较多。这是因为许多木材遇水都会发生翘曲变形以至于影响使用。但木制品易于加工，感官效果良好，用于室内的效果是其他材料难以替代的。

金属门窗主要包括钢门窗以及铝合金门窗。其中实腹钢门窗因为节能效果和整体刚度都较差，已不再推广使用。空腹钢门窗的型钢壁薄而轻，可节约钢材40%左右，且具有更大的刚度，近年来使用较为广泛。铝合金门窗由不同断面型号的铝合金型材和配套零件及密封件加工制成。其自重小，具有相当的刚度，在使用中的变形小，且框料经过氧化着色处理，无需再涂漆和进行表面维修。在强度、气密性、水密性、隔声性、防水性等诸项标准中，对型材影响最大的是强度标准。目前国内铝合金门窗的加工和使用已较普及，各地铝合金门窗加工厂都有系列标准产品供选用，需特殊制作者一般也只需提供立面图纸和使用要求，委托加工即可。

塑料门窗是以聚氯乙烯、改性聚氯乙烯或其他树脂为主要原料，轻质碳酸钙为填料，添加适量助剂和改性剂，经挤压、机制成各种空腹截面后拼装而成的。普通塑料门窗的抗弯曲变形能力较差，因此制作门窗框时一般需要在型材内腔加入钢或铝等加强材料，故称塑钢门窗（图4-7-1-1）。塑料门窗的材料耐腐蚀性能好，使用寿命长，且无需油漆着色及维护保养。塑料本身的导热系数十分接近于木材，但由于是由中空异型材拼装而成的，因此保温隔热性能大为提高，而且制

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

作时一般采用双级密封，故其气密性、水密性和隔声性能也都很好。加上工程塑料良好的耐候性、阻燃性和电绝缘性，使得塑料门窗成为受到推崇使用的产品类型。

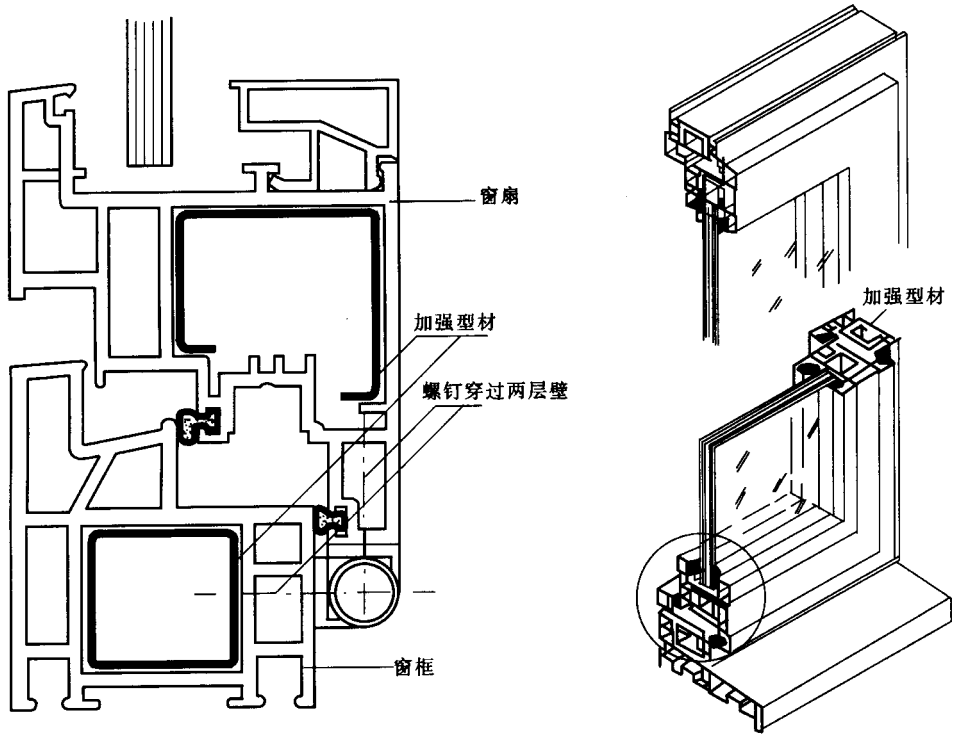


图 4-7-1-1　塑钢门窗断面举例

7.2　门窗的组成

门窗主要由门窗框、门窗扇、门窗五金几部分组成。有时为了完善构造节点，加强密封性能或改善装修效果，还常常用到一些门窗附件，如披水、贴脸板等。

7.2.1　门窗框

门窗框是门窗与建筑墙体、柱、梁等构件联接的部分，起固定作用，还能控制门窗扇启闭的角度。门窗框又称作门窗樘，一般由两边的垂直边梃和自上而下分别称作上槛、中槛（又称作中横档）、下槛的水平构件组成。在一樘中并列有多扇门或窗的，垂直方向中间还会有中梃来分隔及安装相邻的门窗扇。考虑到使用方便，门大多不设下槛。为了控制门窗扇关闭时的位置和开启时的角度，门窗框一般要连带或增加附件，称为铲口或铲口条（又称止口条）（图 4-7-2-1）。

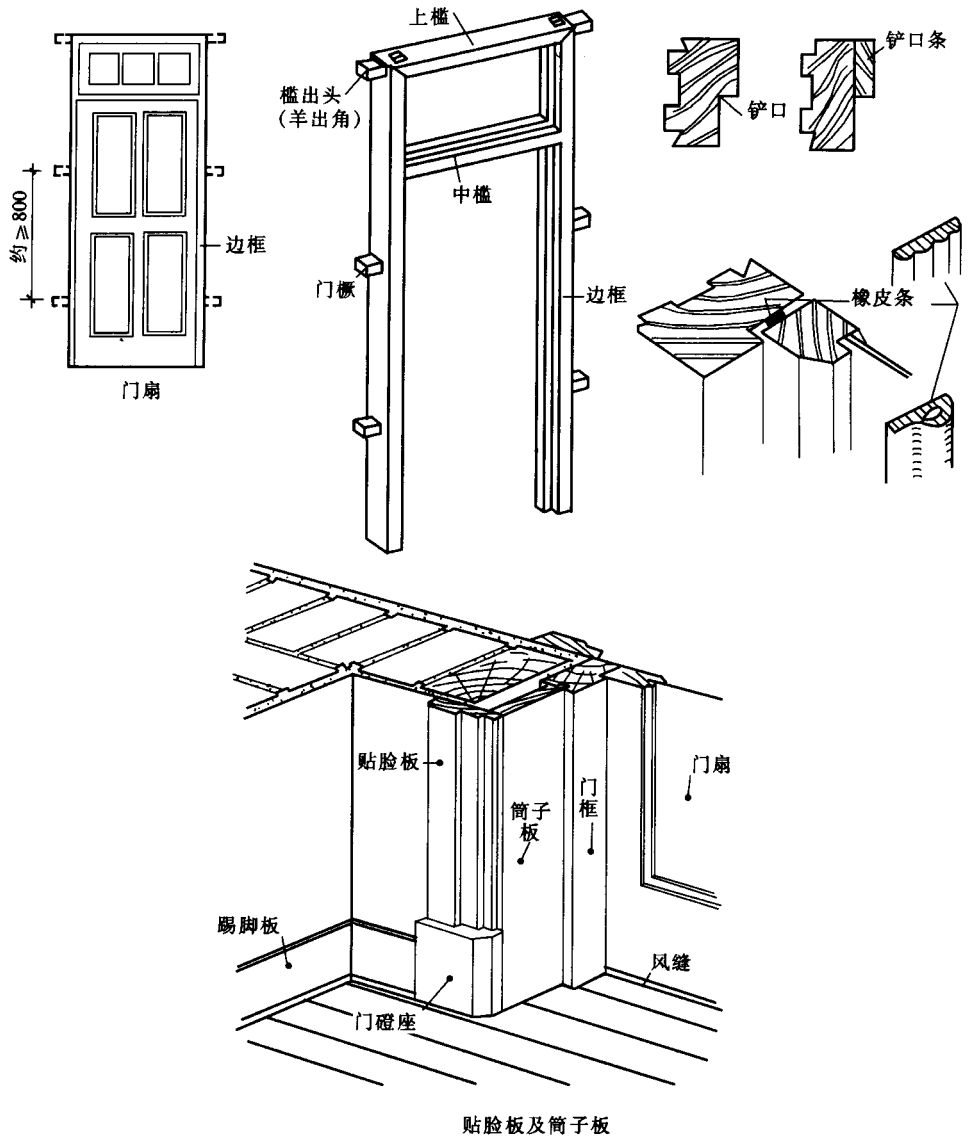


图 4-7-2-1　门框构成

传统木门的门框用料，大门可为 60 ~ 70 × 140 ~ 150mm（毛料），内门可为 50 ~ 70mm × 100 ~ 120mm，有纱门时用料宽度不宜小于 150mm。木窗框用料一般为60mm × 100mm，装纱窗时为 60mm × 120mm。

7.2.2　门　窗　扇

门窗扇是门窗可供开启的部分。

1. 门扇

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

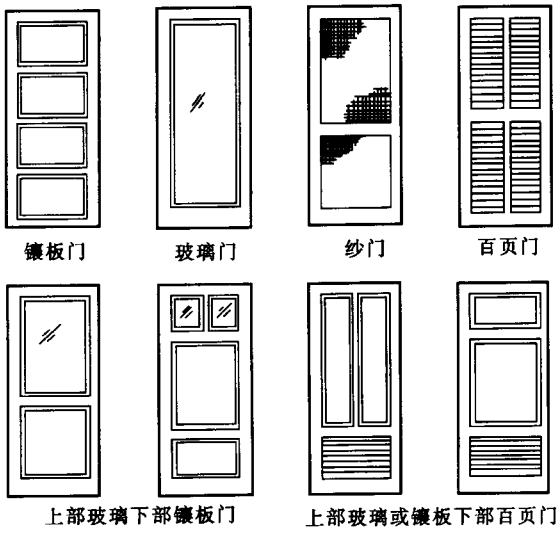


图 4-7-2-2　镶板门、玻璃门、纱门和百页门的立面形式

门扇的类型主要有镶板门、夹板门、百页门、无框玻璃门等。镶板门由垂直构件边梃，水平构件上冒头、中冒头和下冒头以及门芯板或玻璃组成。夹板门由内部骨架和外部面板组成。百页门乃是将门扇的一部分做成可以通风的百页。其中：

（1）夹板门

夹板门一般是在胶合成的木框格表面再胶贴或钉盖胶合板或其他人工合成板材，骨架形式参见图 4-7-2-2。其特点是用料省、自重轻、外型简洁，适用于房屋的内门。夹板门的内框一般边框用料 35mm × 50 ~ 70mm，内芯用料 33mm × 25 ~ 35mm，中距 100 ~ 300mm。面板可整张或拼花粘贴，也可预先在工厂压制出花纹。应当注意在装门锁和铰链的部位，框料须另加宽。有时为了使门扇内部保持干燥，可作透气孔贯穿上下框格。现在另有一种实心做法是将两块细木工板直接胶合作为芯板，其外侧再胶三夹板，这样门扇厚度约为 45mm，与一般门扇相同。与镶板门类似，夹板门也可局部做成百页的形式。为保持门扇外观效果及保护夹板面层，常在夹板门四周钉 10 ~ 15mm 厚木条收口。

（2）镶板门

镶板门以冒头、边梃用全榫结合成框，中镶木板（门芯板）或玻璃。常见的木质镶板门门扇边框的厚度一般为 40 ~ 45mm，纱门 30 ~ 35mm。镶板门上冒头尺寸为 45 ~ 50mm × 100 ~ 120mm，中冒头、下冒头为了装锁和坚固要求，宜用 45 ~ 50mm × 150mm，边梃至少 50mm × 150mm。门芯板可用 10 ~ 15mm 厚木板拼装成整块，镶入边框，或用多层胶合板、硬质纤维板及其他塑料板等代替。冒头及边梃、中梃断面可根据要求设计。有的镶板门将锁装在边梃上，故边梃尺寸也不宜过细。门芯板如换成玻璃，则成为玻璃门（图 4-7-2-3、图 4-7-2-4）。

（3）无框玻璃门

无框玻璃门用整块安全平板玻璃直接做成门扇，立面简洁，常用于公共建筑。最好是能够由光感设备自动启闭，否则应有醒目的拉手或其他识别标志，以防止产生安全问题（图 4-7-2-5）。

2. 窗扇

窗扇因为需要采光，多需镶玻璃，其构成大多与镶玻璃门相仿，也由上下冒头、中间冒头以及左右边梃组成（图 4-7-2-6）。有时根据需要，玻璃部分可以改

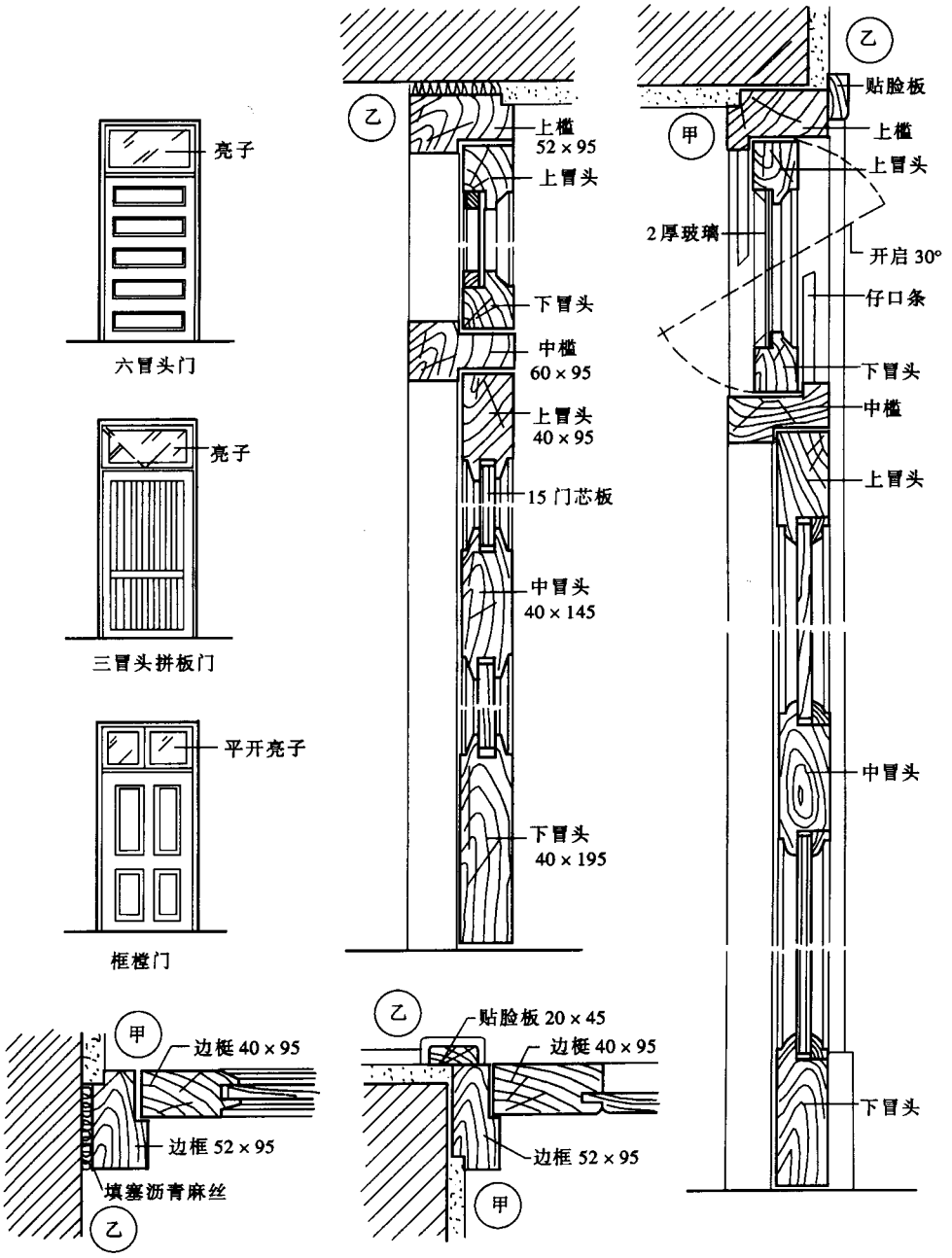


图 4-7-2-3　镶板门构造

为百页。木窗窗扇冒头和边梃的厚度一般约为 35 ~ 42mm，通常为 40mm，宽度视木料材质和窗扇大小而定，一般为 50 ~ 60mm。玻璃种类也很多，通常采用单层透明玻璃（称作净片）。有时为了隔声保温等需要可采用双层中空玻璃，或采用

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

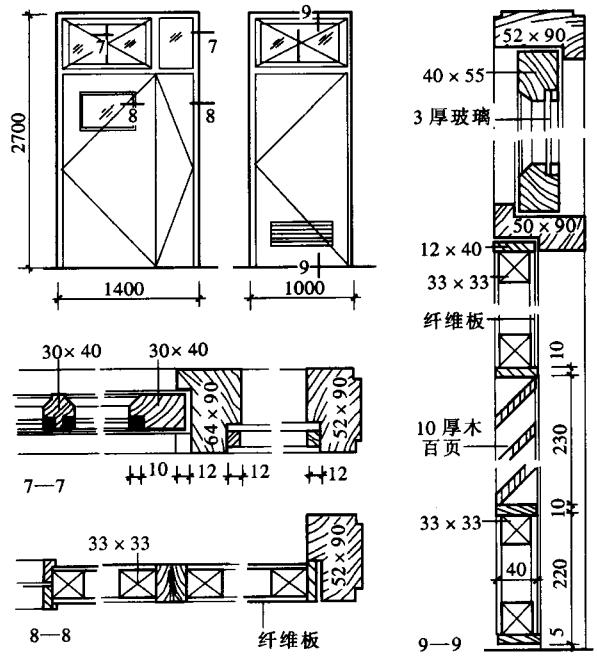


图 4-7-2-4　夹板门构造

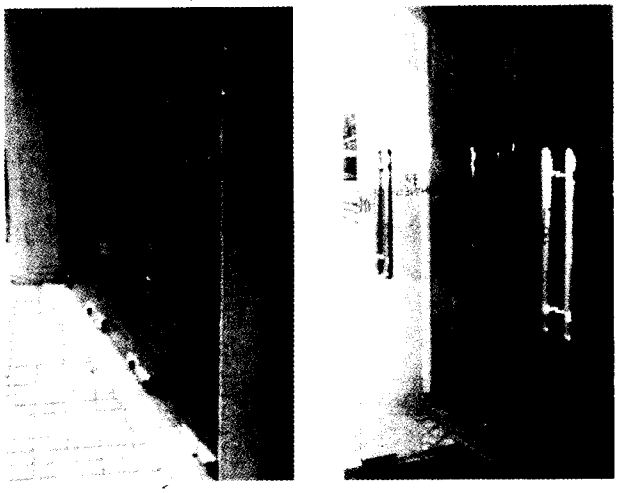


图 4-7-2-5　无框玻璃门实例

有色、吸热和涂层、变色等种类的玻璃。需遮挡或模糊视线时可选用磨砂玻璃或压花玻璃；为了安全可采用夹丝玻璃、钢化玻璃或有机玻璃等。

对应于无框玻璃门，窗也可以做成无框的窗扇。

7.2.3　门　窗　五　金

门窗五金的用途是在门窗各组成部件之间以及门窗与建筑主体之间起到联

接、控制以及固定的作用。门的五金主要有把手、门锁、铰链、闭门器和门挡等。窗的五金有铰链、风钩、插销、拉手以及导轨、转轴、滑轮等。

（1）铰链

铰链是连接门窗扇与门窗框，供平开门及平开窗开启时转动的五金件。有些铰链又被称为合页。铰链的形式很多，有明铰链和暗铰链，也有普通铰链和弹簧铰链，还有固定铰链和抽心铰链（方便装卸）等类型的区分（图 4-7-2-7）。常用规格有 50mm、75mm、100mm 等几种。门扇上的铰链一般须装上下两道，较重时则采用三道铰链。有时为了使窗扇便于从室内擦洗以及开启后能贴平墙身，常采用长脚铰链或平移式滑杆（图 4-7-2-8）。

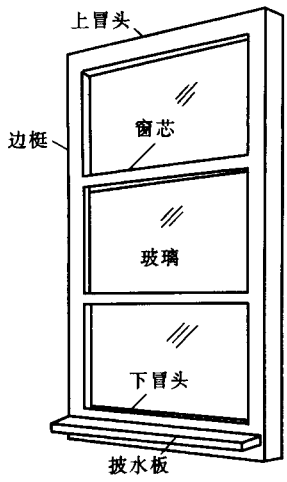


图 4-7-2-6　窗扇构成

（2）插销

插销是门窗扇关闭时的固定用具。插销也有很多种类，推拉窗常采用转心

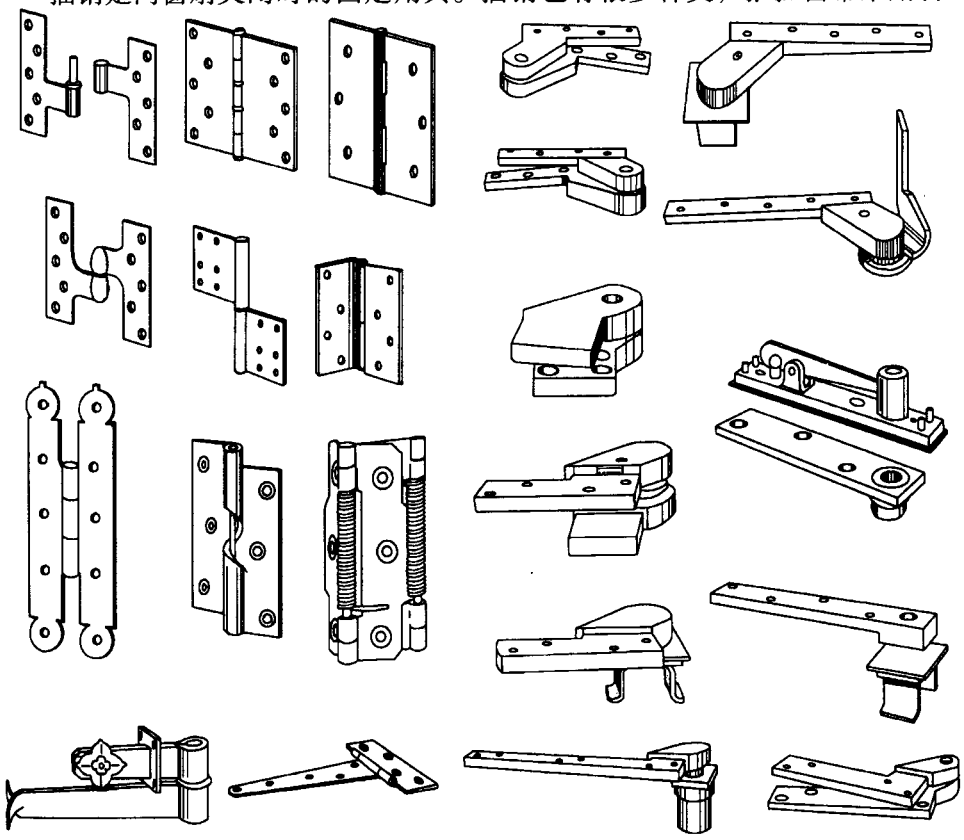


图 4-7-2-7　各式铰链

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

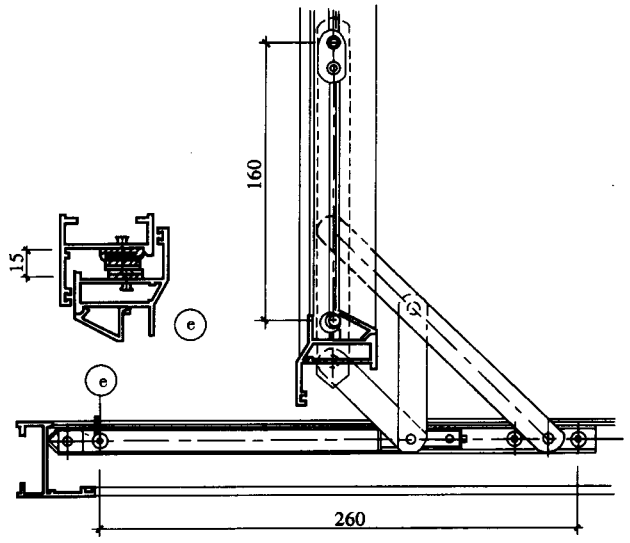


图 4-7-2-8　平移式滑杆

销，转窗和悬窗常用弹簧插销，有些功能特别的门会采用通天插销。

(3) 把手

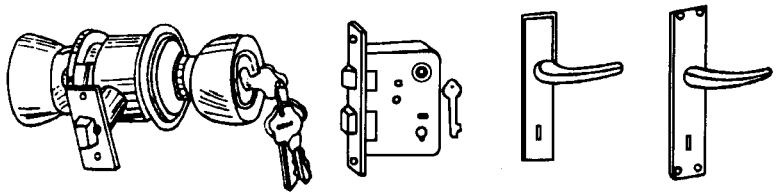
把手是装置在门窗扇上，方便把握开关动作时用的。最简单的固定式把手也叫拉手，而有些把手与门锁或窗销结合，通过其转动来控制门窗扇的启闭，它们也被称为执手。由于直接与人手接触，所以设计时需要考虑它的大小、触觉感受等方面的因素。

(4) 门锁

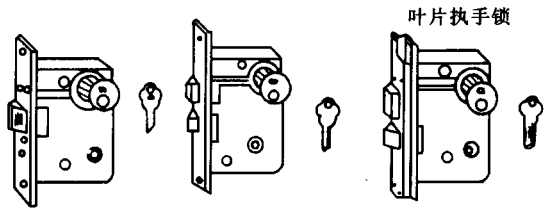
门锁多装于门框与门扇的边梃上，也有的直接装在门扇和地面及墙面交接处，更有些与把手结合成为把手门锁（图 4-7-2-9）。弹子门锁是较常用的一种门锁，大量应用于民用建筑中，随着技术的进步，它们的类型也不断增加。把手门锁由于使用方便，现在应用也很普遍，这种门锁只要转动旋钮拉住弹簧钩锁就能打开。圆筒销子锁在室外则需用钥匙，在室内通过指旋器就能打开锁。智能化的电子门锁近几年开始在居住和公共建筑中大量出现，它们配合建筑的管理措施加强了安全性和合理性，有的可以通过数字面板设置密码，还有的用电子卡开锁，而且不同的卡可以设置不同的权限以规定不同的使用方式，除此之外还有指纹锁等。

(5) 闭门器

闭门器是安装在门扇与门框上自动关闭开启门的机械构件（图 4-7-2-10）。闭门器有机械式液压控制的，也有通过电子芯片控制的。由于门的使用情况不同，闭门器的设计性能也是各种各样的。选用时一般要注意闭门力、缓冲、延时、停门功能等技术参数，如需要也可以在使用时调节。



(a) 锁体；(b) S 型；(c) W 型



(a) 单舌平口式；(b) 双舌平口式；(c) 双舌企口式

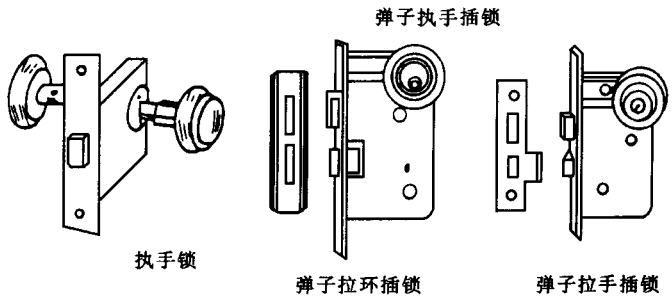


图 4-7-2-9　各式门窗锁

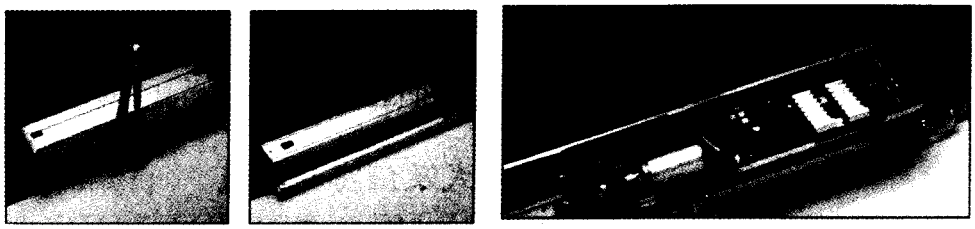


图 4-7-2-10　闭门器外观及内部结构

(6) 定门器

定门器也称门碰头或门吸。装在门扇、踢脚或地板上。门开启时作为固定门扇之用，同时使把手不致损坏墙壁。有钩式，夹式，弹簧式，磁铁式等数种（图 4-7-2-11）。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

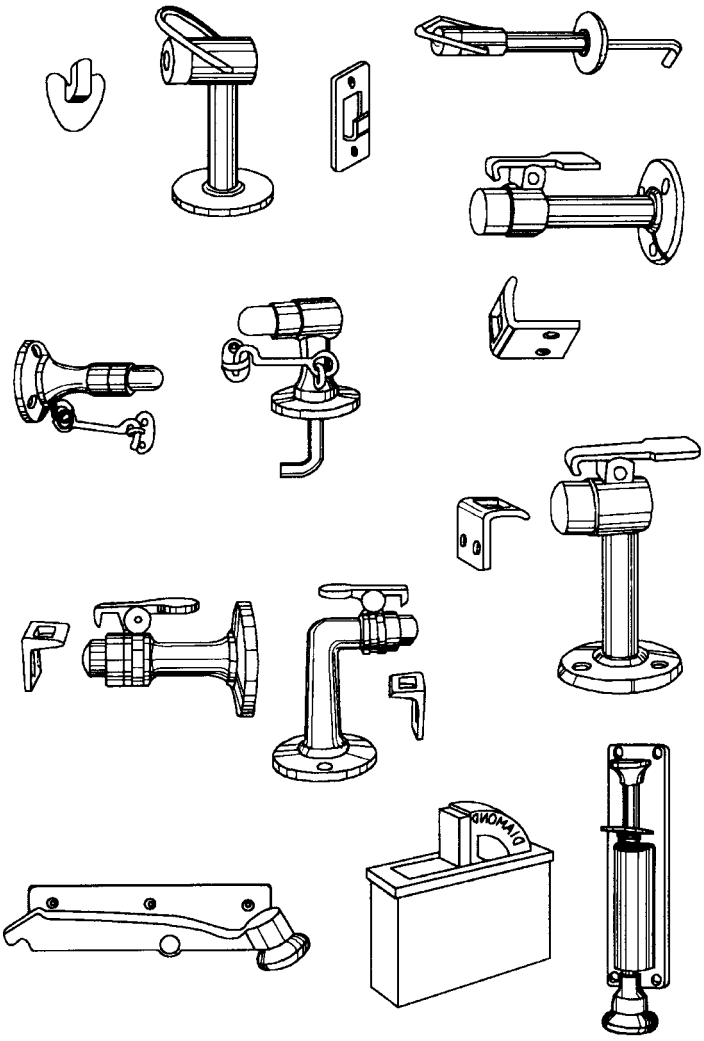


图 4-7-2-11　各种定门器

7.3　门窗开启方式及门窗开启线

门窗有各种开启方式，与其使用方式有很大的关系。

7.3.1　门的开启方式

1. 平开门

平开门可做单扇或双扇，开启方向可以选择内开或外开。其构造简单，开启灵活，制作安装和维修均较方便，所以使用最广泛。但其门扇受力状态较差，易

产生下垂或扭曲变形，所以门洞一般不宜大于3.6m×3.6m。门扇可以由木、钢或钢木组合而成，门的面积大于5m^2时，例如用于工业建筑时，宜采用角钢骨架。而且最好在洞口两侧做钢筋混凝土的壁柱，或者在砌体墙中砌入钢筋混凝土砌块，使之与门扇上的铰链对应。

2. 弹簧门

弹簧门可以单向或双向开启。其侧边用弹簧铰链或下面用地弹簧传动，构造比平开门稍复杂。考虑到使用的安全，门上一般都安装玻璃，以方便其两边的使用者能够互相观察到对方的行为，以免相互碰撞。但幼托、中小学等建筑中不得使用弹簧门，以保证使用安全。

3. 推拉门

推拉门亦称扯门或移门，开关时沿轨道左右滑行，可藏在夹墙内或贴在墙面外，占用空间少。五金件制作相对复杂，安装要求较高。在一些人流众多的公共建筑，还可以采用传感控制自动推拉门。推拉门由门扇、门轨、地槽、滑轮及门框组成。门扇可采用钢木门、钢板门、空腹薄壁钢门等。根据门洞大小不同，可采取单轨双扇、双轨双扇、多轨多扇等形式。导轨可设在门洞上方，也可上下都设。前者为上挂式，适用于高度小于4m的门扇，后者为下滑式，多适用于高度大于4m的门扇，这时下面的导轨承受门扇的重量。

4. 折叠门

折叠门一般门洞较宽，门由多道门扇组合，门扇可分组叠合并推移到侧边，以使门两边的空间在需要时合并为一个空间。其五金件制作相对复杂，安装要求较高。折叠门一般有侧挂式、侧悬式和中悬式折叠三种。侧挂式可使用普通铰链，它不适用于较大洞口。侧悬式和中悬式则在洞口上方设有导轨，门扇顶部还装有带滑轮的铰链。开闭时滑轮沿导轨移动，带动门扇折叠，可适用于较大洞口。

5. 转门

转门对防止室内外空气的对流有一定作用，可作为公共建筑及有空调房屋的外门。一般为两到四扇门连成风车形，在两个固定弧形门套内旋转。加工制作复杂，造价高。转门的通行能力较弱，不能作疏散用，故在人流较多处在其两旁应另设平开或弹簧门。

6. 升降门

升降门多用于工业建筑，一般不经常开关，需要设置传动装置及导轨。

7. 卷帘门

卷帘门多用于较大且不需要经常开关的门洞，例如商店的大门及某些公共建筑中用作防火分区的构件等。其五金件制作复杂，造价较高。卷帘门适用于4~7m宽非频繁开启的高大门洞，它是用很多冲压成型的金属页片连接而成，页片可用镀锌钢板或合金铝板轧制而成，页片之间用铆钉连接。另外还有导轨、卷筒、驱动机构和电气设备等组成部件。页片上部与卷筒连接，开启时页片沿着门洞两侧的导轨上升，卷在卷筒上。传

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

动装置有手动和电动两种。开启时充分利用上部空间，不占使用面积。五金件制作相对复杂，安装要求较高。有的可用遥控装置。

8. 上翻门

上翻门多用于车库、仓库等场所。按需要可以使用遥控装置。

图 4-7-3-1 为上述各种类型门的开启方式示意。

平开门	大量用于人行及一般车辆通行，洞口尺寸不宜过大，五金简单，制作简便，开关灵活
弹簧门	适用于有自关要求的场所，门扇尺寸及重量必须与弹簧型号相适应，加工制作简便
推拉门	适应各种大小洞口，开关时所占空间少，门扇制作简便，但五金较复杂，安装要求较高
折叠门	适应各种大小洞口，特别是宽度很大的洞口。五金较复杂，安装要求高
转门	可减少热量损失，适用于人流不集中出入的公共建筑，加工制作复杂，造价高
上翻门	适用于不经常开关的车行门，可利用上部空间，不占使用面积。五金及安装要求较高
升降门	适用于空间较高的工业建筑，一般不经常开关。须设传动装置及导轨
卷帘门	适用于各种大小洞口，特别是高度大、不经常开关的洞口。加工制作复杂，造价高

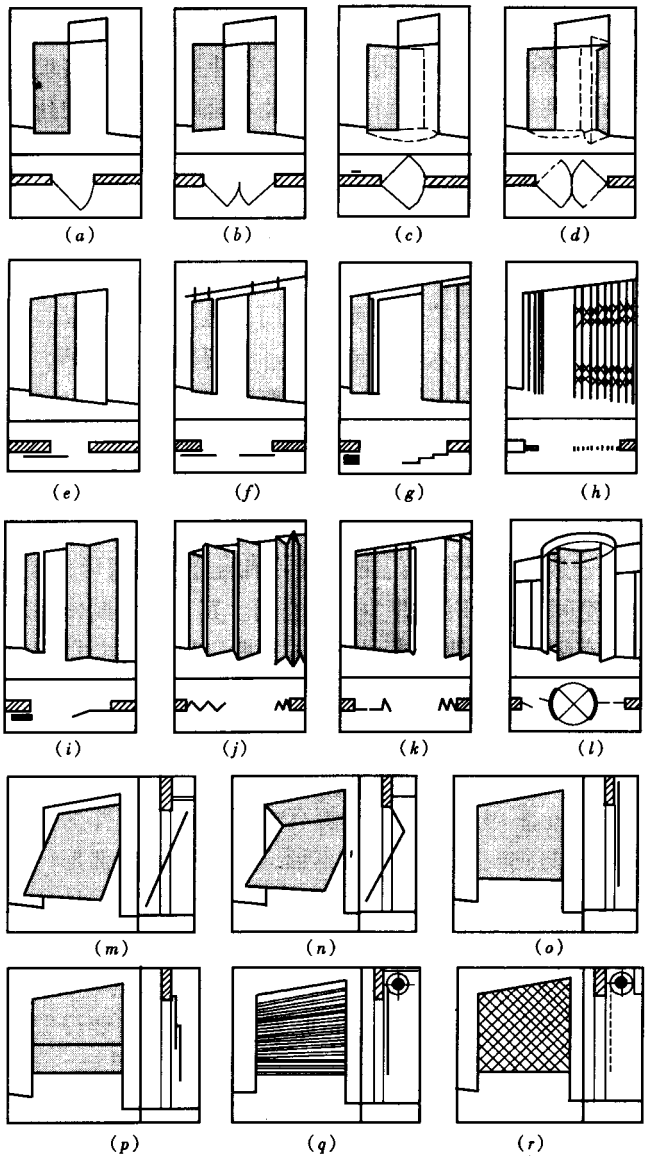


图 4-7-3-1　门的开启方式

(a) 单扇平开门；(b) 双扇平开门；(c) 单扇弹簧门；(d) 双扇弹簧门；(e) 单扇推拉门；(f) 双扇推拉门；(g) 多扇推拉门；(h) 铁栅推拉门；(i) 侧挂折叠门；(j) 中悬折叠门；(k) 侧悬折叠门；(l) 转门；(m) 上翻门；(n) 折叠上翻门；(o) 单扇升降门 (p) 多扇升降门；(q)、(r) 卷帘门

7.3.2 窗的开启方式

1. 固定窗

固定窗不需窗扇，玻璃直接镶嵌于窗框上，不能开启，因此只供采光而不能通风。构造简单，密闭性好。

2. 平开窗

平开窗有外开、内开之分，外开可以避免雨水侵入室内，且不占室内面积，故常采用。平开窗构造简单，五金便宜，维修方便，所以使用较为普遍。

3. 悬窗

悬窗按转动铰链或转轴位置的不同有上悬、中悬、下悬之分。上悬和中悬窗向外开启防雨效果较好，常用于高窗；下悬窗外开不能防雨，内开又占用室内空间，只适用于内墙高窗及门上亮子（又叫腰头窗）。

4. 立式转窗

立式转窗在窗扇上下冒头中部设转轴，立向转动。有利于采光和通风，但安装纱窗不便，密闭和防雨性能较差。

5. 推拉窗

推拉窗分垂直推拉和水平推拉两种。水平推拉窗一般在窗扇上下设滑轨槽，垂直推拉窗需要升降及制约措施，窗扇都是前后交叠不在一直线上。推拉窗开启时不占室内空间，窗扇受力状态好，窗扇及玻璃尺寸均可较平开窗为大。尤其适用于铝合金及塑料门窗。但通风面积受限制，五金及安装也较复杂。

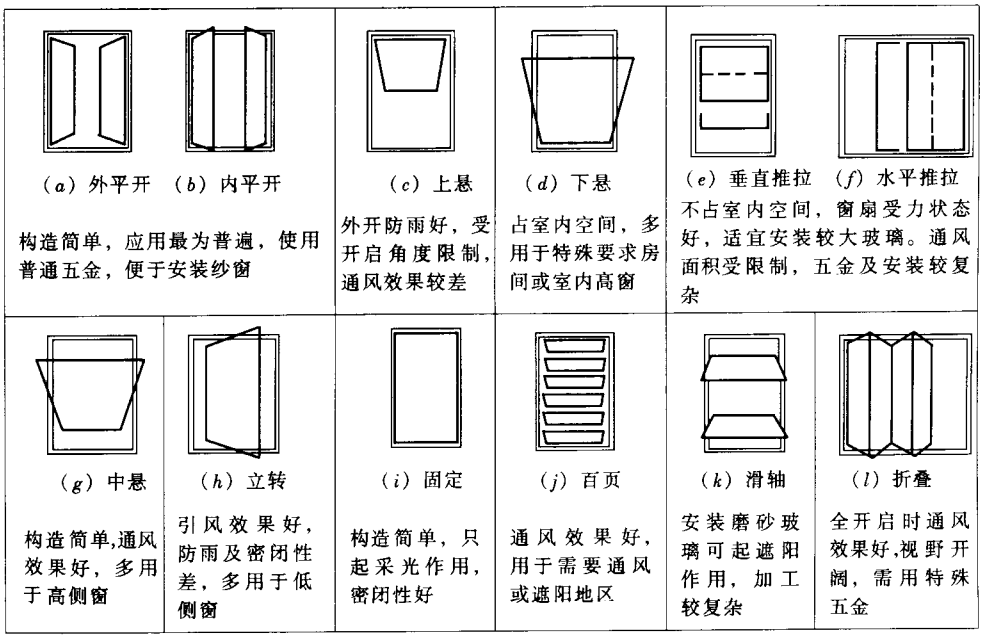


图 4-7-3-2 窗的各种开启形式

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

6. 百页窗

百页窗的百页板有活动和固定两种。活动百页板常作遮阳和通风之用，易于调整；固定百页窗常用于山墙顶部作为通风之用。

7. 折叠窗

折叠窗全开启时视野开阔，通风效果好。但需用特殊五金件。

图 4-7-3-2 为各种窗开启方式的示意图。

7.3.3 门窗开启线

门窗的开启方向直接影响建筑的使用功能，因此必须在相关图纸中将其表达清楚。

在建筑平面图中，门的开启方向较易表达，一般用弧线或直线表示开启过程中门扇转动或平移的轨迹。但窗的开启方式一般只能在建筑立面图上表达。

按照相应的制图规范规定，在建筑立面图上，用细实线表示窗扇朝外开，用虚线表示其朝里开。线段交叉处是窗开启时转轴所在位置（图 4-7-3-3）。门窗扇若平移，则用箭头来表示。

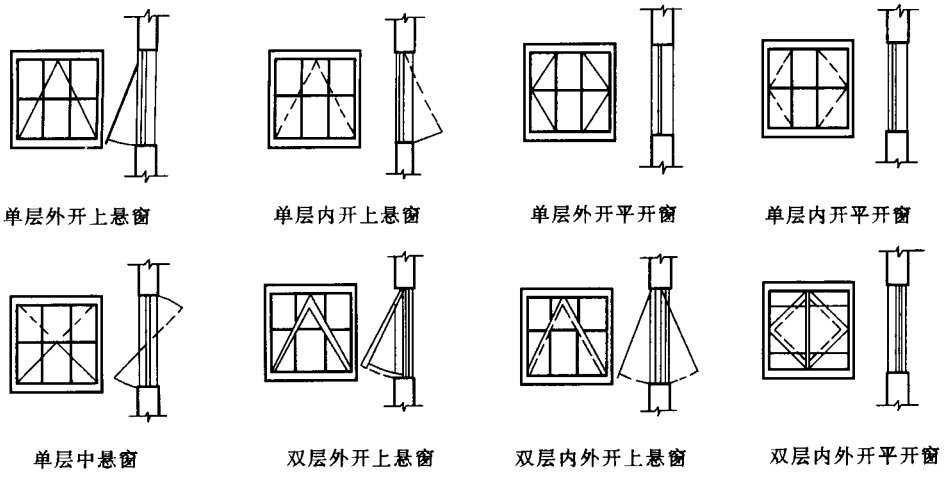


图 4-7-3-3　窗开启线的画法

7.4 门窗的安装

7.4.1 门窗框的安装

门窗在安装时除无框制品外，一般先安装门窗框。

过去的木门窗可以在将墙身做到门窗底标高时，先将门窗框立起来，临时固定。待其周边墙身全部完成后，再撤去临时支撑。这种方法叫做立樘，又叫立

口。立樘时门窗的实际尺寸与洞口尺寸相同。门窗框靠其两侧的“羊角”或木拉砖砌入墙身而拉结（图 4-7-4-1），但施工较为麻烦，现已很少运用。

现时的门窗框多采用塞樘的工艺安装，又可称之为“塞口”。此种工艺将门窗洞口留出，完成墙体施工后再安装门窗框。门窗的实际尺寸要小于门窗的洞口尺寸。

无论用哪种工艺安装门窗，建筑上一律认定门窗的尺寸是指门窗的洞口尺寸，也就是门窗的标志尺寸。

由于门窗材料的不同，在用塞樘工艺安装门窗框时，固定的方式不尽相同。下面将分别予以介绍。

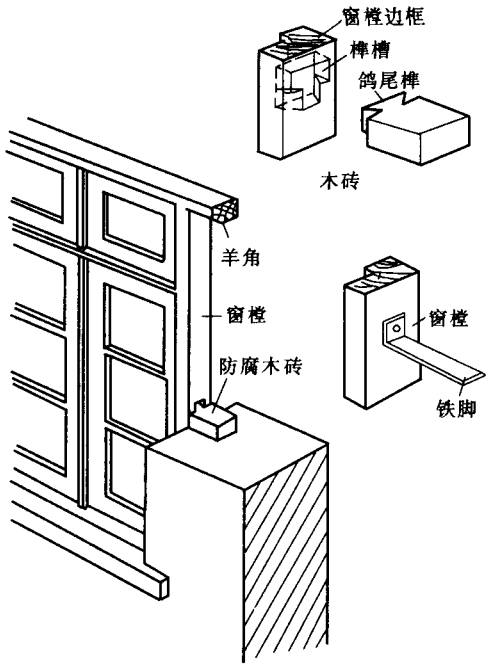


图 4-7-4-1　木门窗立樘安装工艺示意

1. 木门窗

将图 4-7-4-1 中用来拉结门窗框与墙身的木砖经防腐处理后预先砌入墙身，塞樘时门窗框与防腐木砖之间钉结即可。门窗框安装后，应先在门窗框与墙体之间的缝隙中塞入沥青麻丝或其他柔性防腐材料后再进行抹灰处理。从图 4-7-4-2 中可以看到这类材料的应用，而且可以看到处理门窗框与墙身厚度之间的相对位置时，应该注意墙面抹灰的厚度。

2. 金属门窗和塑钢窗

图 4-7-4-3 中所示的彩色涂层空腹钢板门窗，在安装时有两种方式。一是如其中（a）所示的带副框的做法，适用于外墙面为石材、马赛克、面砖等贴面材

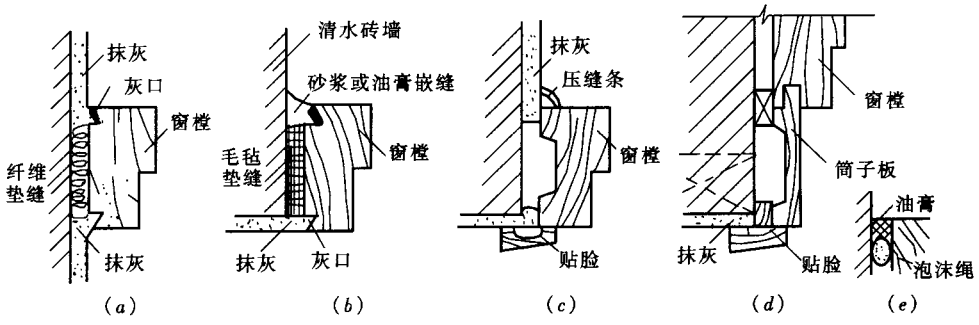


图 4-7-4-2　塞樘时木门窗框与墙身间的相对位置及缝隙处理

（a）窗樘做灰口抹灰；（b）灰口用砂浆或油膏嵌缝；（c）灰缝做贴脸和压缝条盖缝；（d）墙面做筒子板和贴脸；（e）泡沫塑料绳嵌缝

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

料，或门窗与内墙面需要平齐的建筑，工艺为在墙身中预埋铁，先安装副框后安装门窗框。二是如其中（*b*）所示的不带副框的做法，适用于室外为一般粉刷的建筑，门窗框与墙体间直接用膨胀螺栓打入。

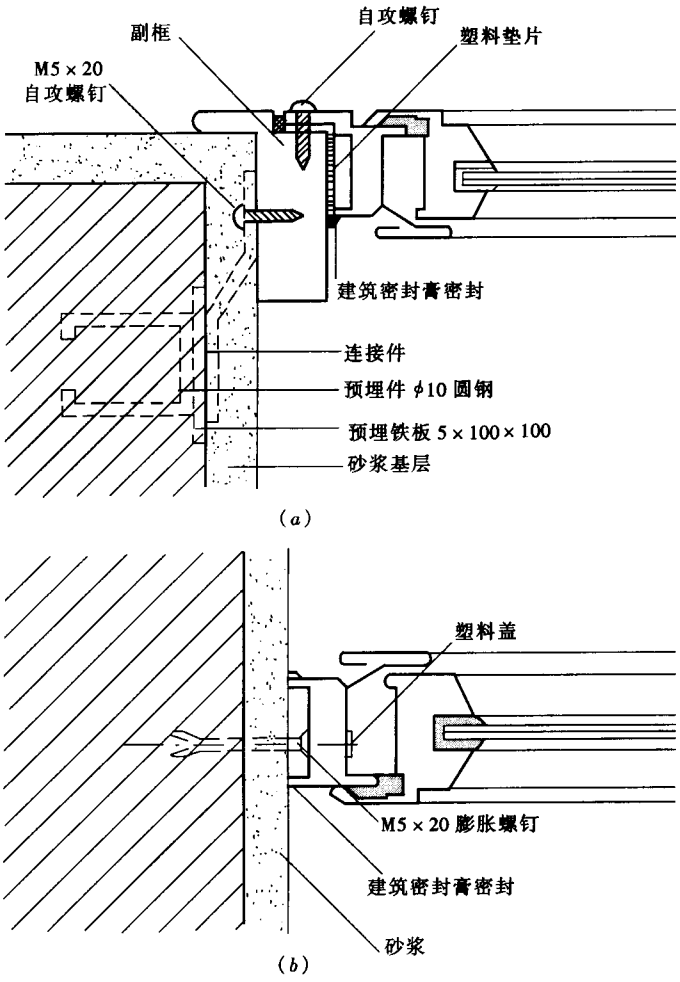


图 4-7-4-3　空腹钢窗窗框安装工艺

（*a*）带副框的空腹钢窗安装；（*b*）不带副框的空腹钢窗安装

铝合金门窗和塑钢窗在门窗框的安装方面与空腹钢门窗并无实质上的差别，也可以通过连接件或副框来连接。图 4-7-4-4 所示的二个安装方法均为通过“之”字形的连接件与墙身连接。不过应当注意洞口缝隙中不能嵌入砂浆等刚性材料，而是必须采用柔性材料填塞。常用的有矿棉毡条、玻璃棉条、泡沫塑料条、泡沫聚氨酯条等。外门窗应在安装缝两侧都用密封胶密封。

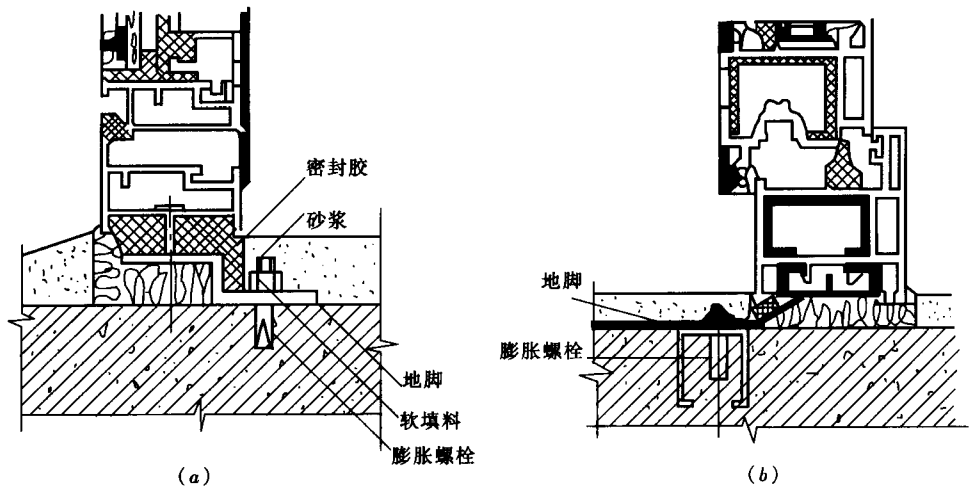


图 4-7-4-4　铝合金及塑钢窗窗框安装工艺

(a) 铝合金门窗；(b) 塑钢窗

7.4.2　门窗扇的安装

可开启的门窗扇一般按照开启方式通过各种铰链或插件、滑槽和滑杆与门窗框连接。在此过程中，还应适当调整其四周缝隙的宽度及立面的垂直平整度。固定不开启的窗扇将玻璃直接安装到窗框上，安装方法见玻璃安装一节。无框的门窗将转轴五金件或滑槽连接到门窗洞口的上下两边的预埋件上，或者用膨胀螺栓直接打入，然后安装门窗扇。

7.4.3　门窗玻璃的安装

为了防止在施工过程中发生破损，带玻璃的门窗类型，玻璃一般都在门窗扇安装调整后再安装。

木门窗的玻璃可以在门窗扇上预留的玻璃安装槽口的四周先用小钉子将玻璃卡住作为定位，然后在槽口四周嵌上油灰。如果玻璃面积较大，最好在槽口中先嵌底灰，可以防止在使用过程中因为震动使得玻璃在接触硬物时应力集中而破损。出于美观方面的要求，室内木门窗玻璃也可以用各种木制或橡胶、金属等嵌条固定在门窗扇上。

金属和塑钢门窗玻璃安装时，应先

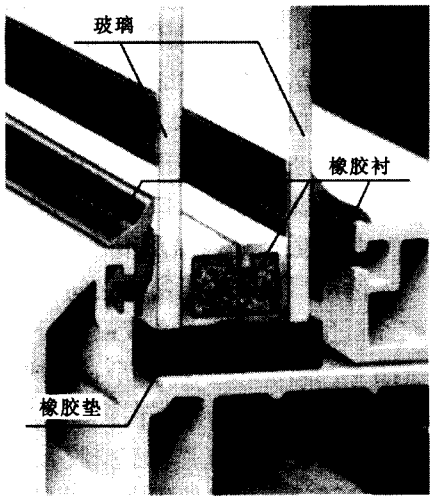


图 4-7-4-5　塑钢门窗玻璃安装

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

在门窗扇型材内侧凹槽内嵌入密封条，并在四周安放橡塑垫衬或垫底，等玻璃安放到位后，再用带密封条的嵌条将其固定压紧，如图4-7-4-5所示。另外，铝合金门窗也可用密封胶填缝，密封胶固化后将玻璃固定。用密封胶固定的其水密性、气密性优于用密封条固定的。

7.5　门窗的防水构造及热工性能控制

7.5.1　门窗的防水构造

建筑外门窗防水的薄弱环节存在于门窗扇开启的各种缝隙处以及门窗框与墙身之间有可能出现的裂缝处。前者潜在的威胁在于当雨量较大，在门窗的外表面形成一层水膜的情况下，由于水表面张力的作用，水会顺着缝隙向里渗，而且门窗缝越窄，这种毛细现象就越容易发生。另外，当雨天室外风压高于室内时，风压还会造成雨水从门窗缝向内渗漏。至于门窗框与墙身之间的安装缝，虽已经填实，但如果因为建筑物变形而造成填塞物本身开裂或是与门窗框或墙身的粘连失效时，发生在门窗开启缝中的水渗漏现象也有可能会发生在这些部位产生的裂缝中。

上节中关于门窗框的安装缝中不能嵌入砂浆等刚性材料，而是必须采用柔性材料填塞，并且对于外门窗还必须双面打胶密封的叙述，就是针对该处可能出现的裂缝所采取的防水构造措施。

门窗的开启缝虽然无法填实，但可以针对造成渗漏的原因采取相应的构造措施：

1. 空腔原理的应用

空腔原理又叫等压原理，是指将门窗开启缝靠室外的一边局部扩大，这样使室外较大的风压到了此处时会突然降低，甚至有可能做到与室内等压，于是便不能继续将雨水压入室内。扩大的空腔同时也破坏了毛细现象生成的环境。这是一举两得的好办法。木门窗一般在门窗框上铲出回风槽来形成空腔。金属及塑钢门窗在型材截面设计时可以造成多道空腔，因而其防水性能会远胜过木制门窗（图4-7-5-1*c*、*d*）。

2. 加强门窗缝排水

门窗缝进水后应当迅速将其排出，以免漫入室内。一般的金属及塑料门窗的型材断面都设计有排水口（图4-7-5-2），木门窗则往往做积水槽或排水孔。

3. 加强盖缝处理以及用柔性材料堵塞

无论是门窗扇与门窗框之间或门窗扇与门窗扇之间的缝隙，都有可能通过调整构件相互间的位置关系或改变断面形状以及添加附加构件来达到遮挡雨水的目的（图4-7-5-1*a*、*b*、*d*）。型材制成的门窗断面往往还留有嵌入柔性密封条的槽口，这样可以进一步加强门窗缝的密闭性。密封条一般可以设置在空腔的后部，其常用材料有氯丁橡胶、丁腈胶、PVC材料和三元乙丙橡胶等。假如缝隙是活动的，比如转门，可以使用密封刷（图4-7-5-3）。

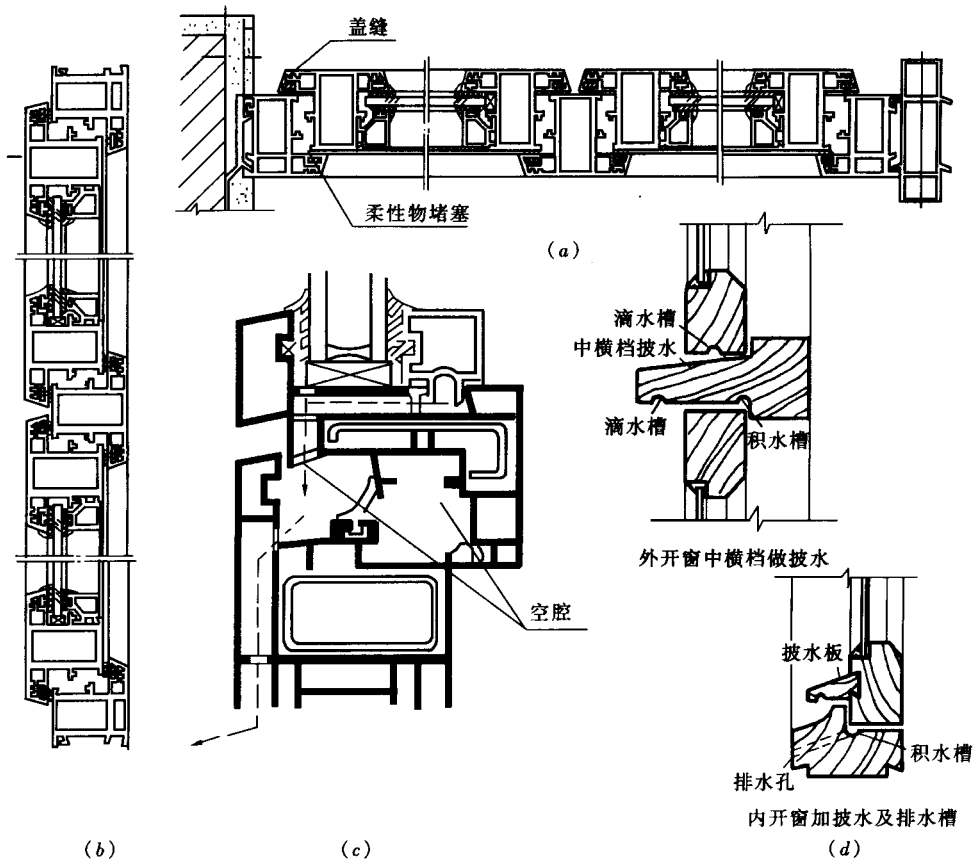


图 4-7-5-1　门窗缝防水构造

（a）塑钢窗横剖面；（b）塑钢窗纵剖面；（c）窗框断面围合空腔；（d）木窗积水槽、披水板及排水孔

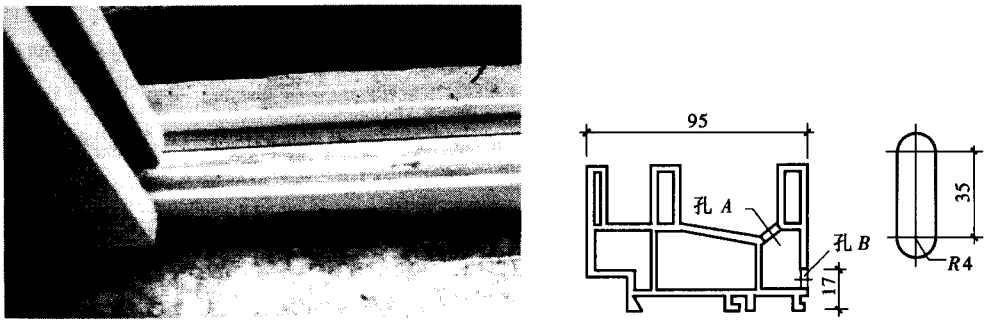


图 4-7-5-2　门窗框排水口构造

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

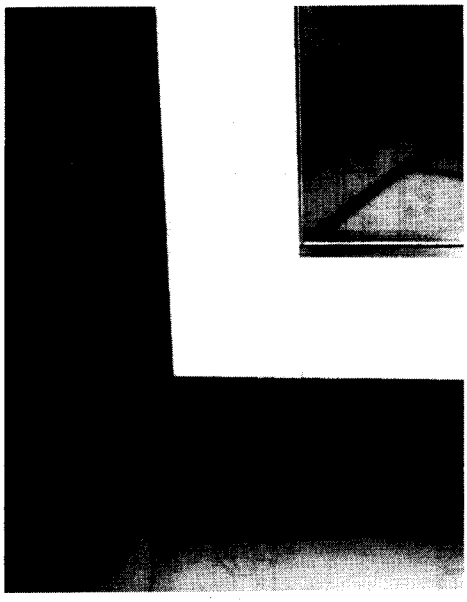


图 4-7-5-3　转门用密封刷盖缝

7.5.2　门窗的热工性能控制

门窗是整个建筑物外围护结构热工性能的薄弱环节。因为不同温度下空气的容重不同，产生的压力也不同，如果建筑室内外存在热压差，空气就会经门窗缝隙从压力高处向压力低处流动。这在冬天会形成冷风渗漏，而在夏季则会造成空调的能耗损失。此外，门窗材料的断面厚度较小，整体热工性能一般较差。

针对这些情况，上一节中所介绍的提高门窗水密性的构造措施同时也是提高门窗气密性的有效措施，对节能很有好处。在门窗材料的选用方面，则应该提倡使用塑料等热稳定性较好的材料，或者在金属门窗的断面上采取构造措施用硬质聚氨酯等材料进行断热处理。对大面积的透光材料，还可以根据建筑所在地的气候特征，选用镀膜玻璃、夹层玻璃、双层玻璃等来改善其隔热或保温的性能。详细做法请参阅本篇第9章的内容。

7.6　特殊门窗的构造

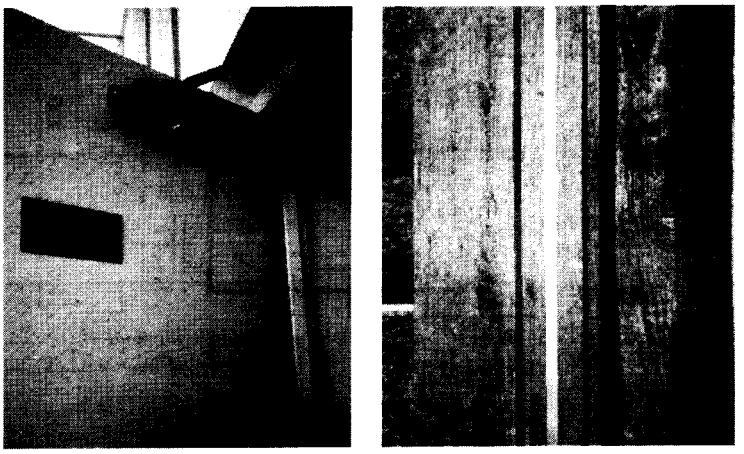
特殊门窗包括防火、隔声、防射线等类别的门窗。

7.6.1　防火门窗构造

在建筑设计中出于安全方面的考虑，并按照防火规范的要求，必须将建筑内部空间按每一定面积划分为若干个防火分区。但是建筑的使用功能决定了这种划分一般不可能完全由墙体完成，否则内部空间就无法形成交通联系。因此需要设置既能保证通行又可分隔不同防火分区的建筑构件，这就是防火门。防火门主要控制的环节是材料的耐火性能及节点的密闭性能。防火门分为甲、乙、丙三级，耐火极限分别应大于1.2h、0.9h、0.6h。

常见的防火门有木质和钢质两种。木质防火门选用优质杉木制做门框及门扇骨架，材料均经过难燃浸渍处理，门扇内腔填充高级硅酸铝耐火纤维，双面衬硅钙防火板。门扇及门框外表面可根据用户要求贴镶各种高级木料饰面板。门扇可单面或双面造型，制成凹凸线条门、平板线条门、铣形门、拼花实木门等系列产

品。钢质防火门门框及门扇面板可采用优质冷轧薄钢板，内填耐火隔热材料，门扇也可采用无机耐火材料。用于消防楼梯等关键部位的防火门应安装闭门器，在门窗框与门窗扇的缝隙中应嵌有防火材料做的密封条或在受热时膨胀的嵌条（图4-7-6-1）。自动防火门常悬挂在倾斜的导轨上，温度升高到一定程度时易熔合金片熔断后门扇依靠自重下滑关闭。此外，在地下室或某些特殊场所处还可以用钢筋混凝土的密闭防火门（图4-7-6-2）。在大面积的建筑中则经常使用防火卷帘门，这样平时可以不影响交通，而在发生火灾的情况下，可以有效地隔离各防火分区。



(a) (b)

图4-7-6-1 防火门实例二则

(a) 装闭门器及密封条的防火门；(b) 装受热膨胀嵌条的防火门

防火窗必须采用钢窗，镶嵌铅丝玻璃以免破裂后掉下，并防止火焰窜入室内或窜出窗外。

7.6.2 隔声门窗构造

室内噪声允许级较低的房间，如播音室、录音室、办公室、会议室等以及某些需要防止声响干扰的娱乐场所，如影剧院、音乐厅等，要安装隔声门窗。门窗的隔声能力与材料的密度、构造形式及声波的频率有关。一般门扇越重隔声效果越好，但过重则开关不便，五金件容易损坏，所以隔声门常采用多层复合结构，即在两层面板之间填吸声材料（玻璃棉、玻璃纤维板等）。隔声门窗缝隙处的密闭情况也很重要，可采用与保温门窗相似的方法，但也可用干燥的毛毡或厚绒布作为缝隙间的密封条（图4-7-6-3）。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

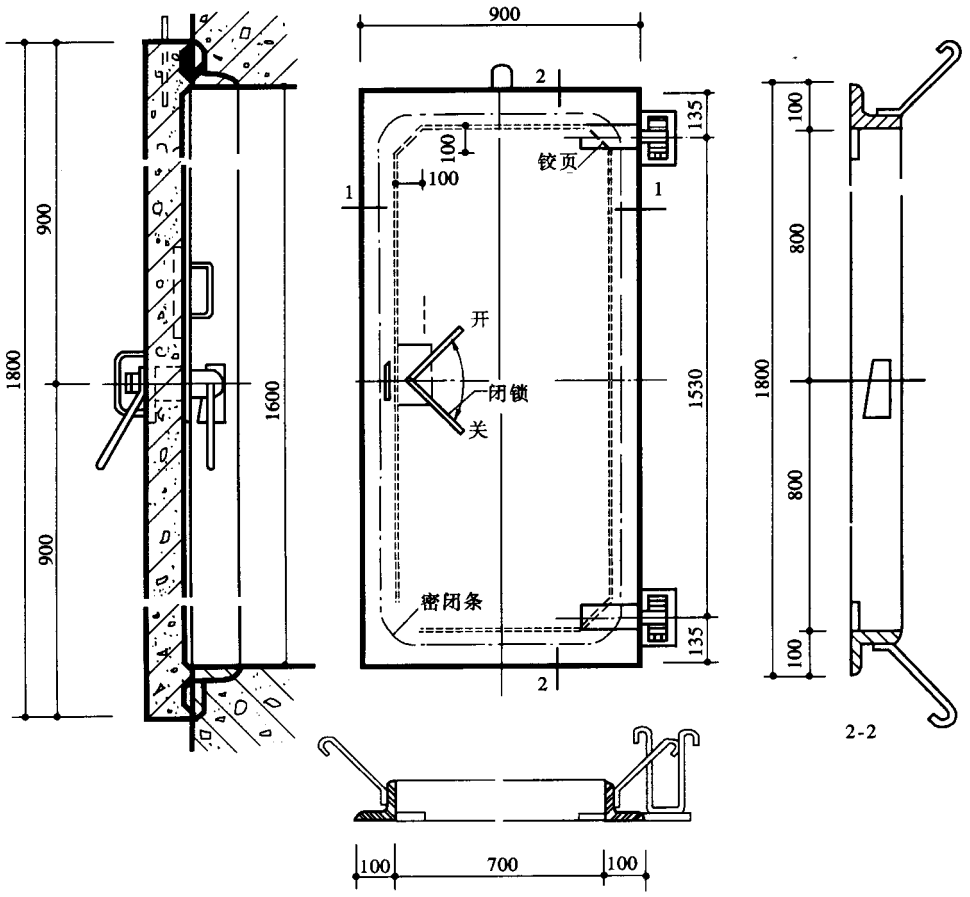


图 4-7-6-2　地下室钢筋混凝土密闭防火门

7.6.3　防 射 线 门 窗

放射线对人体有一定程度损害，因此对放射室要做防护处理。放射室的内墙均须装置 X 光线防护门，主要镶钉铅板。铅板既可以包钉于门板外也可以夹钉于门板内（图 4-7-6-4）。

医院的 X 光治疗室和摄片室的观察窗，均需镶嵌铅玻璃，呈黄色或紫红色。铅玻璃系固定装置，但亦需注意铅板防护，四周均须交叉叠过。

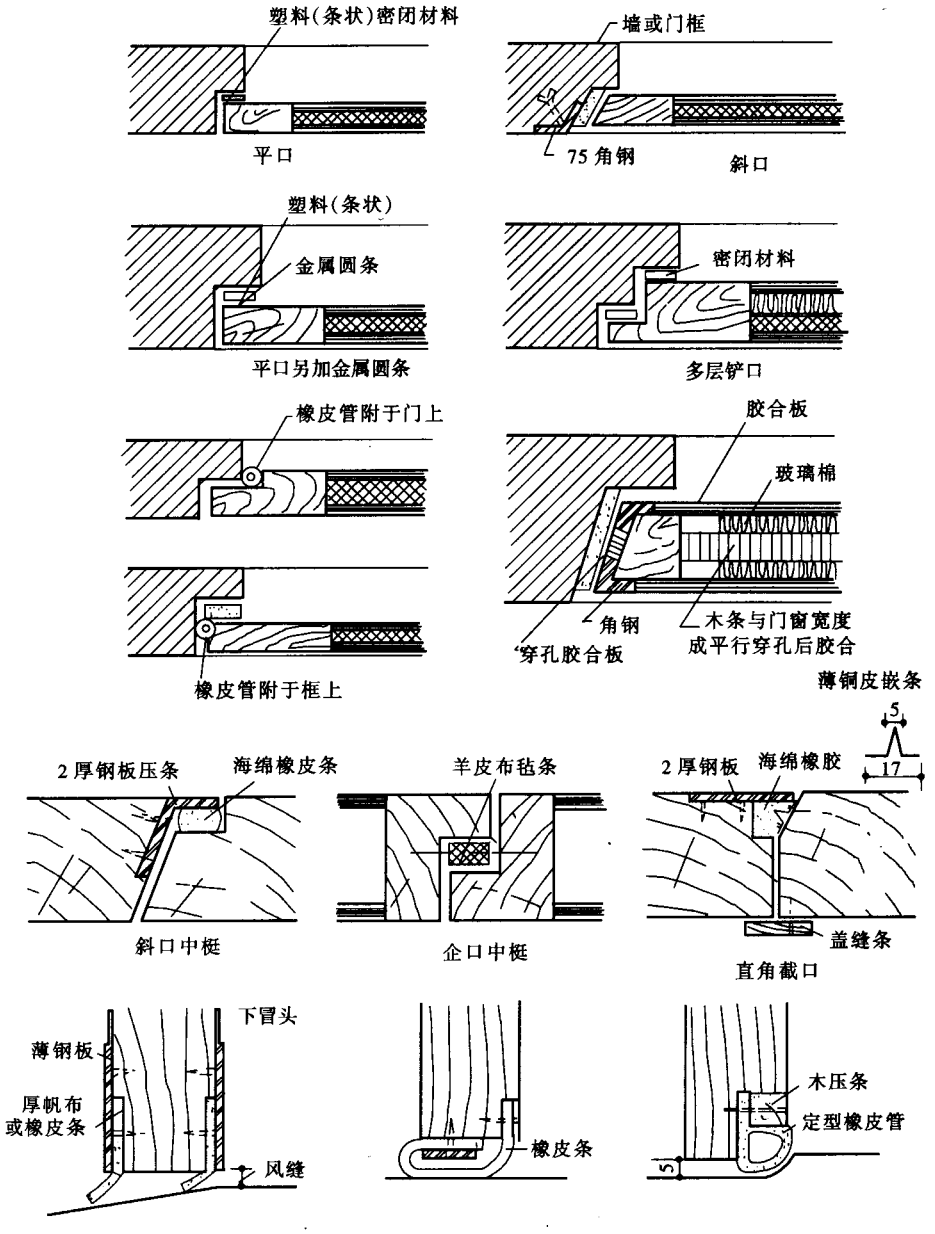


图 4-7-6-3　隔声门的门扇构造及密闭方式

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

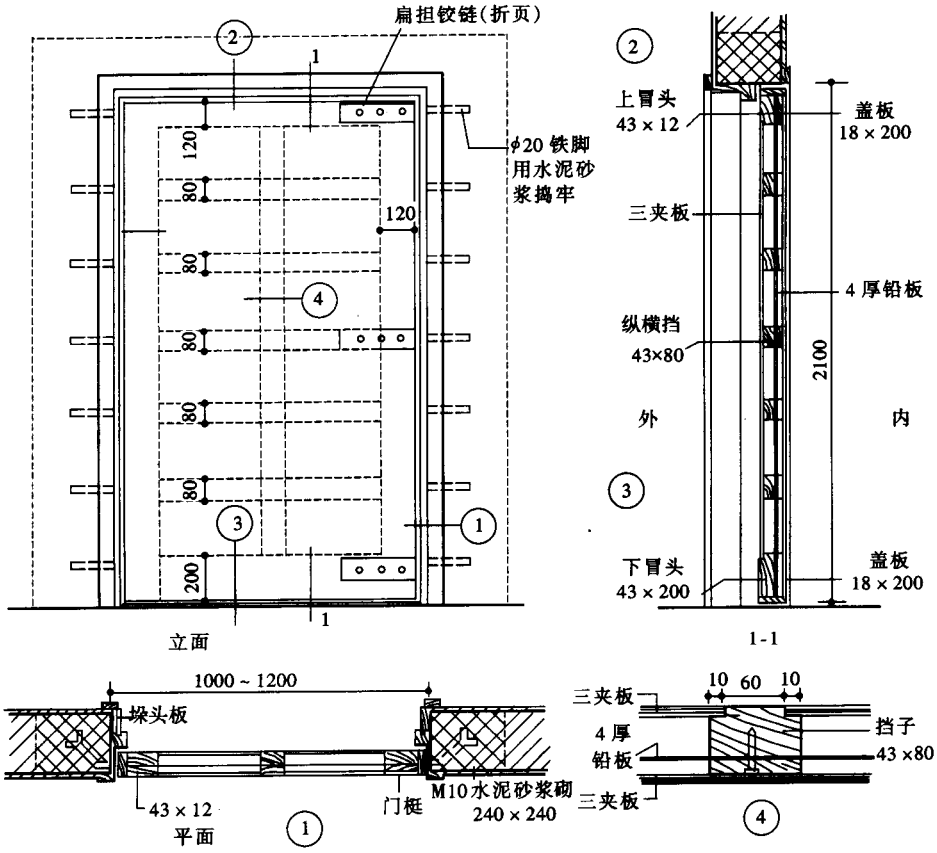


图 4-7-6-4　X 光防护木门构造及细部

第8章　建筑防水构造

建筑物需要进行防水处理的地方主要在屋面、墙面、地下室等经常受到雨雪和地下水侵袭的部位和一些需要用水的内部空间，例如居住建筑的厨房、卫生间、浴室，还有其他一些建筑中的实验室、餐饮用房等。本章的内容将主要针对这些部位的防水机理及构造方法来展开论述。

8.1　建筑防水构造综述

在本篇第1章中，我们已经将建筑物的变形列为引起建筑物开裂和渗漏的重要原因之一。除此之外，水压也是造成水通过建筑材料中存在的细小空隙向室内或是建筑物的其他部位渗透的不可忽视的原因。例如，建筑物的地下室长期浸泡在有压的地下水中或在丰水期遭遇到地下水；积水部位的水由于自重产生压力等等，都有可能造成建筑构件的渗水。因此，建筑防水构造做法往往按照以下几条基本原则进行设计：

(1) 有效控制建筑物的变形，例如热胀冷缩、不均匀沉降等等。并且对有可能因为变形引起开裂的部位事先采取应对措施，例如下文中将介绍的在屋面上所采用的刚性材料中预留分仓缝的构造措施，就是用来限制变形应力的大小，以防止屋面无序开裂的。

(2) 对有可能积水的部位，采取疏导的措施，使水能够及时排走，不至于因积水而造成渗漏。例如下文中将介绍的组织屋面坡度，将雨水及时引导到雨水排放管网中去的方法，就是其中之一。

(3) 对防水的关键部位，采取构造措施，将水堵在外部，不使入侵。

在长期的工程实践中，运用这些原则并结合建筑材料的发展，已经积累了大量的防水构造经验可供参考。总结起来可以分为两大类，一类是构造防水，一类是材料防水。其中构造防水是指通过构造节点设计和加工的合理及完善，达到防水的目的。所选用的材料不一定是防水材料。而材料防水的关键在于被选用材料自身良好的防水性能，当然构造设计仍需合理。可以举一个简单的例子来说明这二者的区别。例如一块普通的布，自身是可以透水的，但如果做成伞面，由于伞打开时布被绷紧成弓状，有利于排水及形成表面水膜，因此下雨时伞面虽然潮湿但可以挡雨。但如果将布做成外衣，则必须涂上防水胶才能成为雨衣，这是因为构造方法的不同。在实际工程中，往往灵活运用或综合应用

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

这两种不同的方法，以求得较好以及较为长久的防水效果。读者可以从下文的介绍中仔细去体验。

8.2　建筑屋面防水构造

8.2.1　屋面的常用坡度

屋面的坡度，是由多方面的因素决定的。它与屋盖材料及建筑造型的关系最大。在本篇第2章中已经介绍了平屋顶的屋盖和坡屋顶的屋盖构成。但对于屋面的防水构造来说，屋面坡度的形成和组织还应该具有疏导和及时排放雨水的功能。因此坡屋顶的建筑在由结构构件形成屋面坡度（又称结构找坡或者搁置找坡）时，在形式之外，其坡度的大小还应兼考虑到地理气候条件和其他方面因素的影响。例如处于干旱地区的建筑物，其坡顶可以做得较为平缓，而处于大雨及暴雨多发地区的建筑物，其坡顶就应做得较陡，以方便雨水迅速地排除。还有屋面坡度与屋面防水材料及构造方法的有效范围也有关。至于平屋顶的建筑物，虽然屋盖构件一般水平放置，不起坡，但在其上表面还是必须用轻质材料，例如各种轻质混凝土以及发泡的高分子块材，如聚苯乙烯板材等，按照所设计的排水方向垒出一定的缓坡来，以将屋面雨水有组织地疏导到建筑物和城市的雨水排放系统中去。这种形成屋面坡度的方法叫做建筑找坡、材料找坡或者垫置找坡。当然如果平屋顶建筑物的顶层室内可以不计较屋盖构件略有坡度地放置所造成的视觉影响或者可以做吊顶的话，平屋面防水所需要的缓坡也可以用结构构件找坡来形成，这样可以减少因材料找坡而增加的屋面荷载。

以下是常用屋面的最小坡度，可供参考：

平屋面：2%；

坡屋面：普通瓦屋面不设基层屋面板：1:2；

普通瓦屋面下设基层屋面板并铺油毡：1:2.5；

石棉瓦屋面：1:3；

波形金属瓦屋面：1:4；

压型钢板屋面：1:7。

8.2.2　平屋面的防水构造

平屋面的表面排水坡度非常缓，水流速度较小，而且根据建筑立面设计的需要，平屋顶的建筑物往往在屋面檐口部分设有女儿墙，使得檐口部分的雨水更易滞留，对于防水十分不利。有些建筑物，特别是高层建筑，排放雨水的落水管还需要经过屋盖及楼层处的洞口层从建筑内部通过，这样就更需要防止雨水在洞口

处渗漏。为此，平屋面的防水主要是采用材料防水的方案，即在屋面找坡后，在上面铺设一道或多道防水材料作为防水层。根据所用防水材料的不同，平屋面防水方案又可分为卷材防水、刚性材料防水以及涂膜防水等几种。

1. 卷材防水方案

卷材防水方案所用的卷材需要有较好的延展性及耐气候性。因为屋面在昼夜温差的作用下周而复始地热胀冷缩（图 4-8-2-1），需要防水材料能够随这些变化而伸展、回缩，不至于被拉裂或产生鼓泡等现象；再有建筑物的沉降虽应该处于适当范围之内，但如果沉降不均匀，也有可能造成屋面结构的轻微变形，尤其是屋面结构构件采用预制装配式屋面板的建筑类型，屋面板的搁置端及侧缝间，都是变形的敏感部位（图 4-8-2-2）。在这种情况下，防水卷材的延展性越好，越不易受影响而遭到破坏。再加之屋面防水规范对不同等级的建筑物屋面还有相对的耐久年限的要求，所以延展性和耐气候性都是防水材料重要的性能指标。

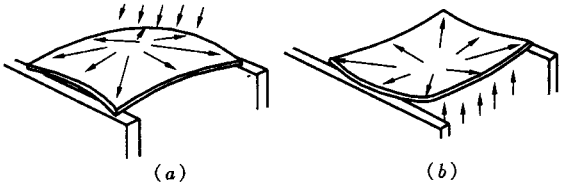


图 4-8-2-1　平屋面热胀冷缩变形状态示意

（a）阳光辐射下，屋面内外温度不同，出现起鼓状变形；

（b）室外气温低，室内温度高，出现挠起状变形

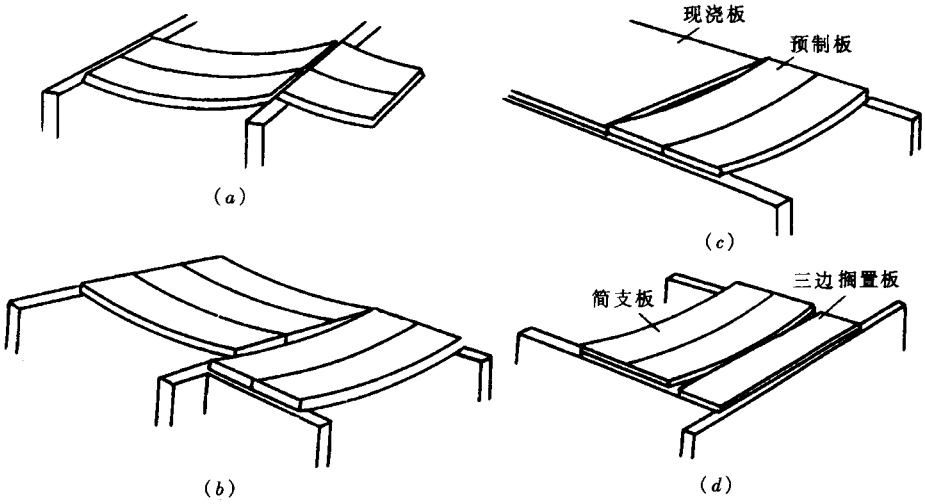


图 4-8-2-2　屋面变形敏感部位

（a）屋面板支承端的起挠；（b）屋面板搁置方向不同挠度不同；

（c）现浇板与预制板挠度不同；（d）简支与三边搁置板挠度不同

目前常用的屋面防水卷材有改性沥青卷材、高分子化合物卷材等。其中改性沥青卷材是从传统的沥青油毡发展而来，所改良的部分是将传统油毡中不耐拉伸的纸基改成人造纤维基，或将沥青与橡胶混熔后成为氯丁橡胶沥青、

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

丁基橡胶沥青等改性沥青，用来取代普通沥青，使得材料适应变形的能力和耐久性都有较大幅度的提高。不过，比起这类材料来，高分子卷材在耐老化、耐低温、耐腐蚀等方面的性能更为良好。其主要产品包括橡胶基的三元乙丙防水卷材、三元丁橡胶防水卷材，树脂基的聚氯乙烯防水卷材，橡胶与树脂共混的氯化聚乙烯－橡胶共混的防水卷材等等。因此高分子卷材被规定用于防水等级较高的建筑物中，而沥青类的卷材就只能用于防水等级稍次的建筑物中（详见表4-8-2-1）。

图4-8-2-3和图4-8-2-4分别是做檐沟的和做女儿墙的平屋面用卷材防水方案的基本构造方法。其构造层次是基层屋面板经找坡并找平后，按设计要求用

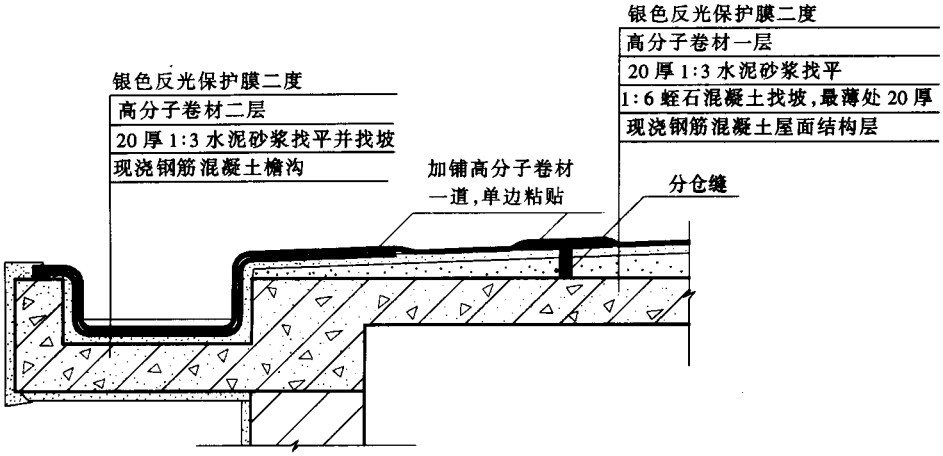


图4-8-2-3　卷材防水屋面及在檐沟处的构造做法

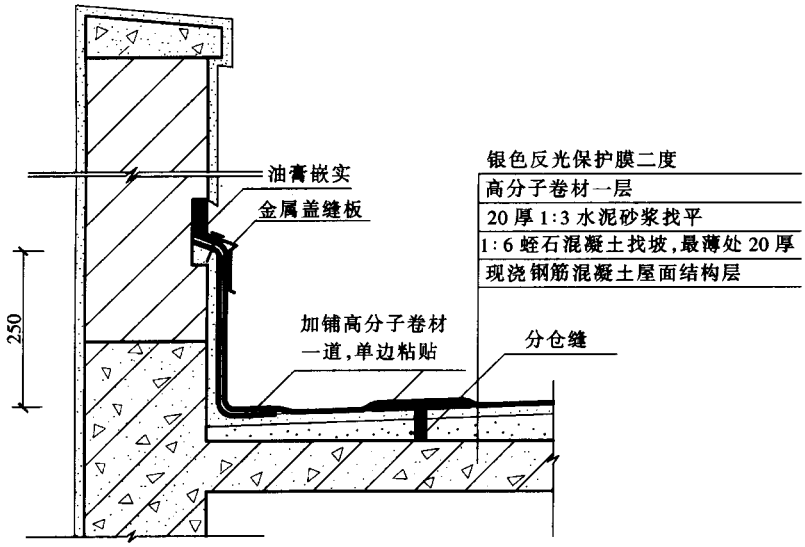


图4-8-2-4　卷材防水屋面及在女儿墙处的构造做法

专用的胶粘剂粘贴高分子卷材或者做三毡四油改性沥青卷材防水层。所谓三毡四油是指在找平层上先涂一层重量配合比为 4:6 的石油沥青及煤油（或轻柴油）的混合液，或是 3:7 的石油沥青及汽油的混合液，俗称“冷底子油”。然后再用热沥青逐层粘贴沥青类卷材，共三层。因为防水卷材大多数是黑色的材料，在屋面上经日晒容易吸热并老化，所以需要在上面再做一道保护层。高分子卷材所用的保护层多为浅色细砂或是反光的涂料。而沥青类防水卷材表面则多撒上加热至 100℃上下的绿豆般大小的石粒，利用高温使沥青表面溶化来粘结石粒，俗称洒“绿豆砂”。屋面如果需要经常上人的不宜采用沥青类卷材作为防水材料，而应该选用高分子卷材。但在防水层上面还应该经用细砂或者塑料薄膜作为隔离层后，再铺设预制混凝土块材或其他硬质保护层，以免防水层表面因经常性的行走而遭到破坏。

此外，值得注意的是：

（1）由于用来找坡和找平的轻混凝土和水泥砂浆都是刚性材料，在变形应力的作用下，如果不经处理，不可避免地都会出现裂缝，尤其是会出现在变形的敏感部位。这样容易造成粘贴在上面的防水卷材的破裂。所以应当在屋面板的支座处、板缝间和屋面檐口附近这些变形敏感的部位，预先将用刚性材料所做的构造层次作人为的分割，即预留分仓缝（图 4-8-2-5）。即便屋面的构成为现浇整体式的钢筋混凝土，也应在距离檐口 500mm 的范围内，以及屋面纵横不超过6000mm×6000mm 的间距内，作预留分仓缝的处理。分仓缝宽约 20～40mm，中间应用柔性材料及建筑密封膏嵌缝。

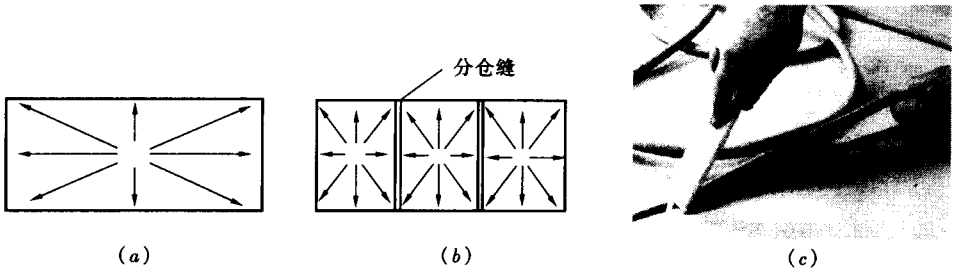


图 4-8-2-5　分仓缝作用及构造

（a）长形屋面温度引起内应力变形大（对角线最大）；（b）设分仓缝后，内应力变形变小；（c）在分仓缝中嵌柔性挡水条

（2）在屋面防水卷材粘贴经过分仓缝的地方，应该先单面粘贴或干铺一层宽约 200～300mm 的同样的卷材，以使得这些地方表层的防水卷材略有放长，并且与基层材料之间存在局部相对滑动的可能，从而减少屋面变形对防水层所可能造成的影响。同样道理，在屋面檐口处也应加铺防水卷材一层，并同表面卷材一起翻高于屋面表面至少250mm以上。卷材的收头在砖砌的女儿墙处可以采用如图

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

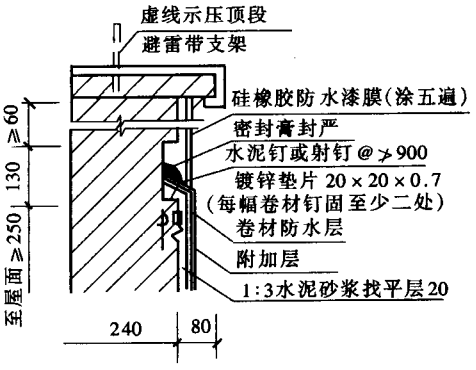


图 4-8-2-6　卷材收头一

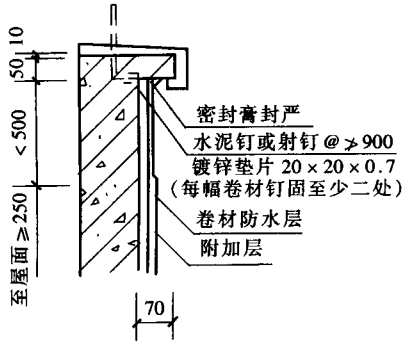


图 4-8-2-7　卷材收头二

4-8-2-6 所示的方法，在女儿墙上做一条凹口，用水泥钉钉住防水卷材的边沿及附加的盖缝金属构件，然后用密封膏嵌实；在钢筋混凝土的女儿墙处，则可采用图 4-8-2-7 所示的方法，直贴卷材或一直到女儿墙压顶的下面。图 4-8-2-8 为一卷材防水屋面实例。

2. 刚性材料防水方案

刚性材料防水方案所用的防水材料主要是防水砂浆和防水细石混凝土。防水砂浆是在普通水泥砂浆中加入高分子聚合物，以增加砂浆的密实性和提高其抗拉伸的能力。防水混凝土则主要是使用在混凝土中添加减水剂、微膨胀剂等方法，来减少混凝土内部的微孔，或者使混凝土在结硬时产生微膨胀效应，以抵消其原有收缩性，提高其抗裂的能力。

用砂浆和混凝土来做屋面防水层有其优点，就是抗压强度高，耐磨，可以作为上人屋面使用。但是对于砂浆或混凝土这些刚性材料来说，单单加添加剂依然无法保证它们在屋面变形应力的作用下完全不开裂，尤其是砂浆。因此，在实际工程中较少使用防水砂浆做主要的屋面防水层，就是使用也要在底层与面层砂浆之间夹一层耐碱的玻璃纤维无纺布，以进一步加强其抗拉伸的能力。同样，在细

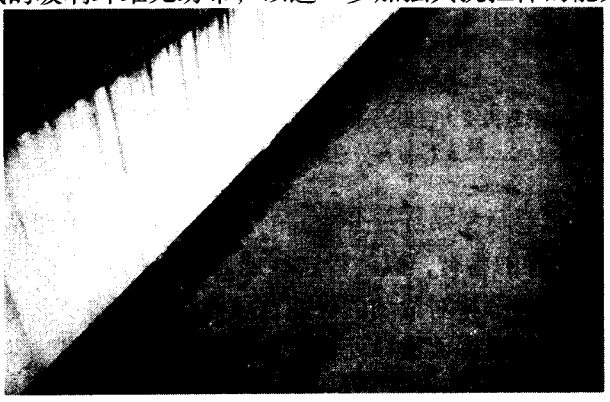


图 4-8-2-8　卷材防水屋面实例

石混凝土防水层中，也要采取相应的构造措施来克服其固有的缺点。图 4-8-2-9 和图 4-8-2-10 分别是做檐沟的和做女儿墙的平屋面用刚性材料防水方案的基本构造方法。其适应变形的关键是：

（1）在刚性防水材料之下先用无粘结或难粘结的材料做一层浮筑层（例如图中的纸筋灰），使得防水混凝土不与基层水泥基的材料粘结，可以互相错动，从而减小在温度应力或结构变形应力作用下不同构造层次之间的互相牵制和影响。

（2）在防水层混凝土中配筋，要求双向配 ϕ4 钢筋，间距不大于 200，而且

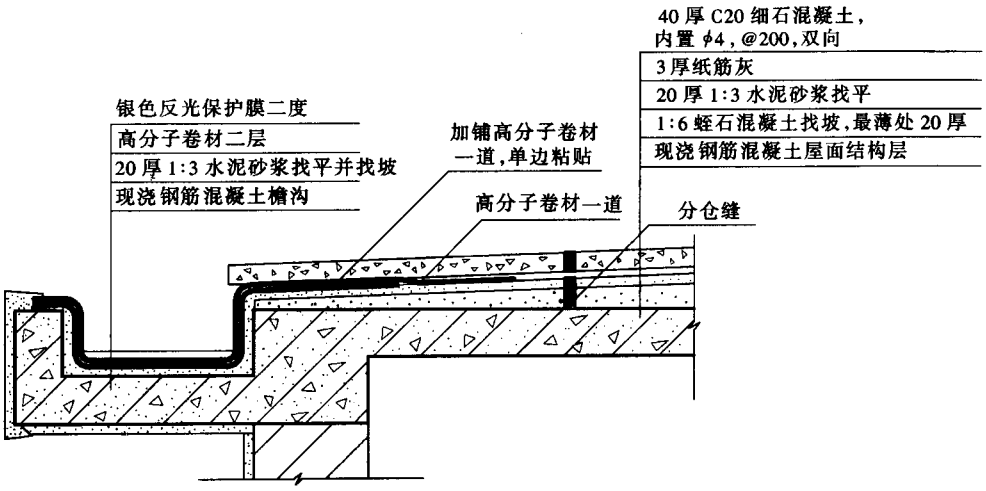


图 4-8-2-9　刚性防水屋面及在檐沟处的构造做法

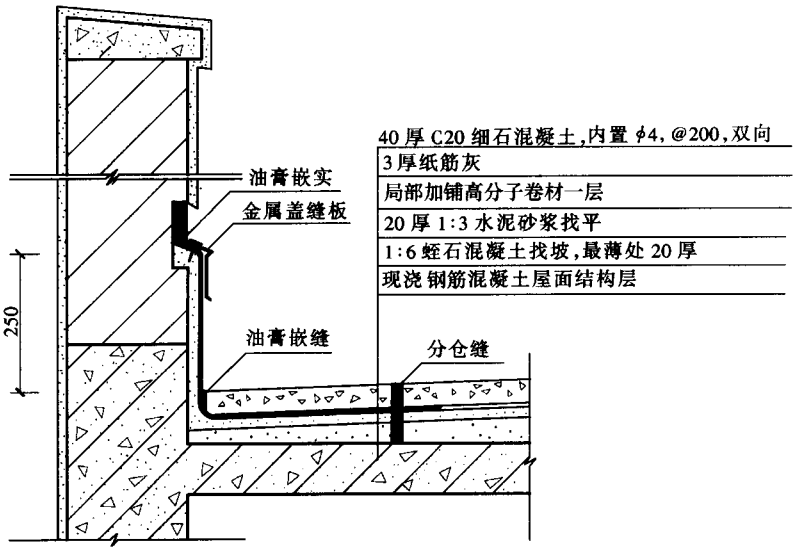


图 4-8-2-10　刚性防水屋面及在女儿墙处的构造做法

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

要求细石混凝土的厚度不小于40，强度等级不少于C20级。

(3) 在防水层混凝土中留分仓缝，部位、间距同卷材防水屋面中的刚性材料层，而且混凝土中所配的钢筋也必须在分仓缝处断开。在檐口处应由防水卷材做收头处理。

图4-8-2-11是使用刚性防水层的上人屋面实例。

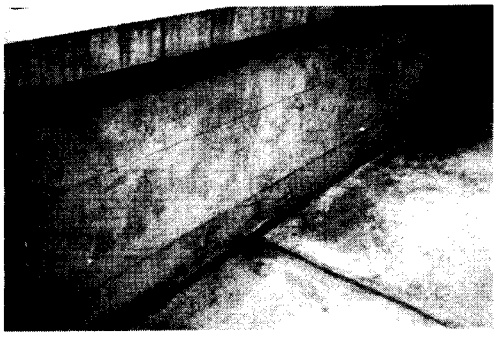


图4-8-2-11　刚性防水屋面实例

3. 涂膜防水方案

涂膜防水方案所用的防水材料主要是可塑性和粘结力较强的防水涂料，分水泥基涂料、合成高分子涂料、高聚物改性沥青防水涂料、沥青基防水涂料等等。其工作机理是生成不溶性的物质堵塞混凝土表面的微孔，或者生成不透水的薄膜覆盖在基层的表面。

涂膜防水层应当涂抹在平整的基层上。如果基层是混凝土或水泥砂浆，其空鼓、缺陷处和表面裂缝应先用聚合物砂浆修补，还应该保持干燥，一般含水率在8%～9%以下时方可施工。

屋面防水涂料因为是直接涂在基层之上的，所以如果基层发生变形，就很容易使表层防水材料受到影响。因而涂膜必须涂抹多遍，达到规定的厚度才行，而且与防水卷材的构造做法相类似，在跨越分仓缝时，要加铺一层聚酯的无纺布在

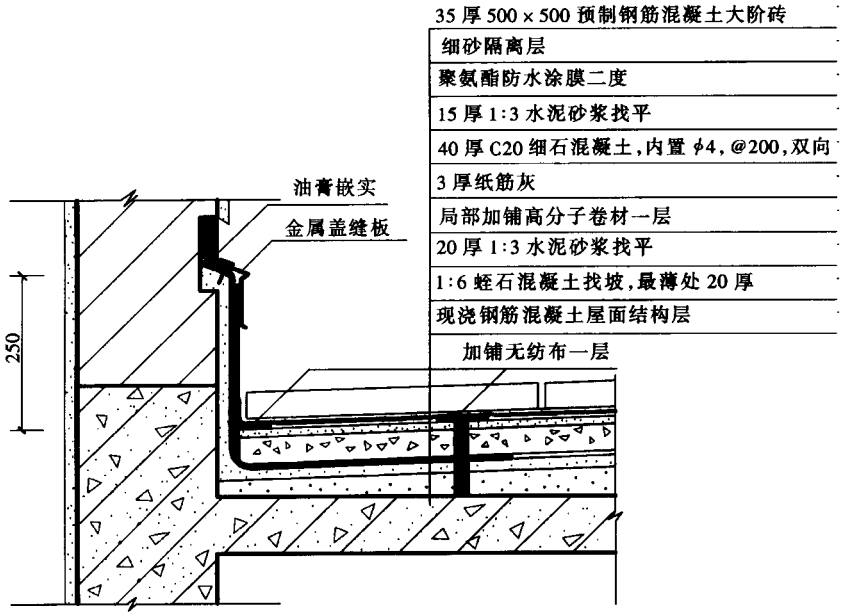


图4-8-2-12　涂膜防水屋面及在女儿墙处的构造做法

下面，以增加适应变形的能力。此外，规范还规定在防水等级较高的工程中，屋面的多道防水构造层里，只能够有一道是防水涂膜。图 4-8-2-12 是在防水混凝土之上再做防水涂膜的做法。为了保护涂膜不受损坏，通常需要在上面用细砂隔离层保护后，铺设预制混凝土块等硬质材料，才能够上人。不过，遇有屋面突出物，如管道、烟囱等与屋面的交接处，在其他防水构造方法较难施工或难以覆盖严实时，用防水涂膜和纤维材料经多次敷设涂抹成膜，倒是简便易行的方法。

图 4-8-2-13 是使用涂膜进行屋面防水的实例。

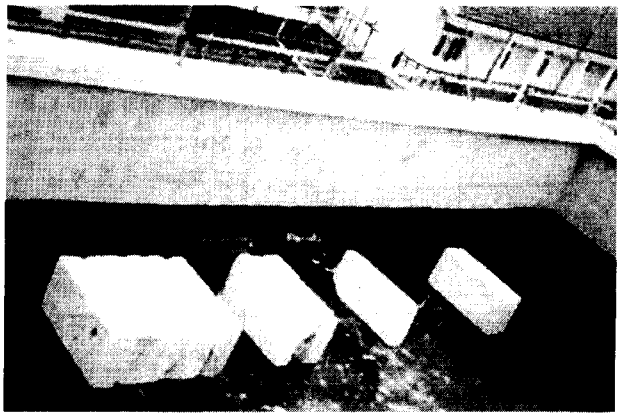


图 4-8-2-13　涂膜防水屋面实例

4. 平屋面防水方案的选择

在具体工程项目中，平屋面的防水方案可以按照表 4-8-2-1 的规定作原则上的选择，至于具体所采用的材料以及构造层次的安排，可以根据建筑物所在地的气候条件、屋面是否上人、造价的限制等因素来决定。例如属于表中第Ⅱ类建筑物的屋面防水构造，如果是上人屋面的话，可以选择将两道防水层中的卷材放在下面，表面覆盖塑料薄膜作为隔离层（也可以看作是浮筑层）之后，直接做防水细石混凝土。这样整个屋面层厚度最小，细石混凝土可兼做防水卷材的保护层，还可以在上面进行装修，以适应上人的需要。诸如此类的做法，可以从工程实践中多多学习。

屋面防水等级和设防要求　　**表 4-8-2-1**

项　目	屋　面　防　水　等　级			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
建筑物类别	特别重要的民用建筑和对防水有特殊要求的工业建筑	重要的工业与民用建筑，高层建筑	一般的工业与民用建筑	非永久性的建筑
使用年限	25 年	15 年	10 年	5 年

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

续表

项　目	屋面防水等级			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
防水层选用材料	宜选用合成高分子防水卷材、高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水涂料、细石防水混凝土等材料	宜选用高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材、合成高分子防水涂料、高聚物改性沥青防水涂料、细石防水混凝土、平瓦等材料	宜选用三毡四油沥青防水卷材、高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材、合成高分子防水涂料、高聚物改性沥青防水涂料、沥青基防水涂料、刚性防水层、平瓦、油毡瓦等材料	可选用二毡三油沥青防水卷材、高聚物改性沥青防水涂料、沥青基防水涂料、波形瓦等材料
设防要求	三道或三道以上防水设防，其中应有一道合成高分子防水卷材，且只能有一道厚度不小于2mm的合成高分子防水涂膜	二道防水设防，其中应有一道卷材，也可采用压型钢板进行一道设防	一道防水设防，或两种防水材料复合使用	一道防水设防

5. 种植屋面构造

有些平屋面，特别是上人的屋顶平台，会被选择来进行绿化处理。这样就需要在上面覆土，而且种植部分会一直处于潮湿的状态下。其构造特点一是需要选择专用的轻质屋面种植土，以减小屋面荷载；其二是需要在种植土下面用聚酯无纺布，或者是具有良好内部结构、可以渗水但不让土的微小颗粒通过的土工布作为隔离层，使得土中多余的水可以滤出来，进入再下面一层的陶粒或卵石层中，最后通过屋面排水系统排出，以防止积水。图4-8-2-14是种植屋面的构造做法示意。在有女儿墙的屋面上，女儿墙周边600mm的范围内要用半砖墙垒起架空的走道，上面覆盖预制钢筋混凝土走道板，走道板表面应该高过覆土面50mm以上。如果屋面上采取大面积绿化的做法，则应当在种植部分每隔6m做一道架空的走道。现在市场上还有一种带有锥壳的塑料层板，可以用来代替种植土下面的陶粒或卵石，大大降低屋面荷载，已在许多工程中得到了推广使用（图4-8-2-15）。此外，如果能够将供水管及喷淋装置埋入屋面种植土中，用雾化的水来进行喷洒浇灌，既可达到节水的效果，又减少了屋面积水渗漏的几率，是值得推广的做法。

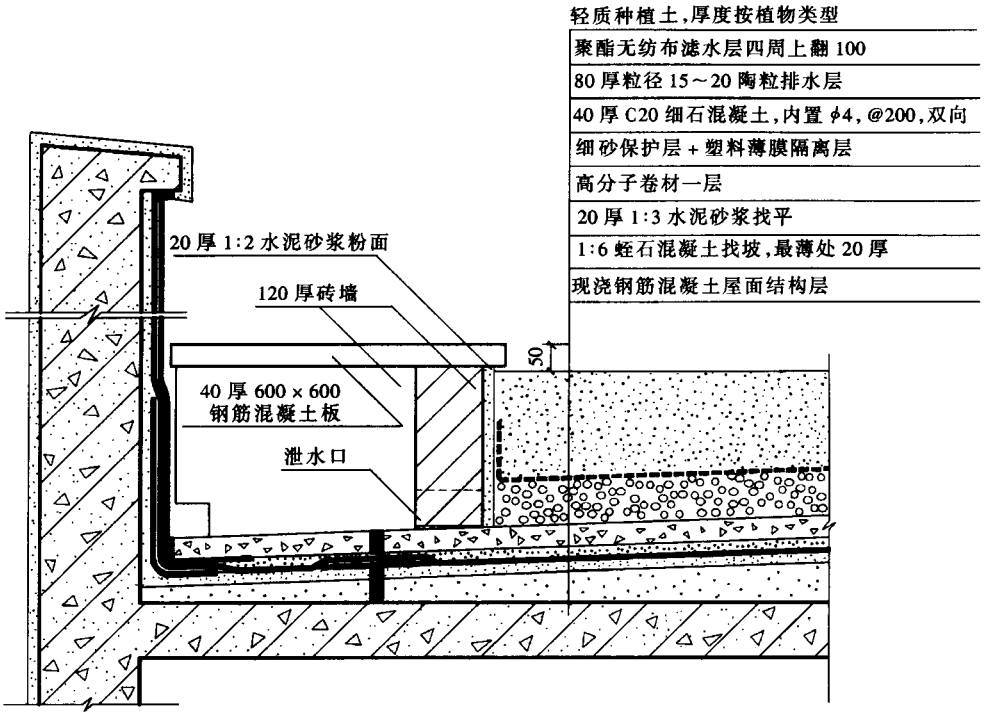


图 4-8-2-14　种植屋面构造示意

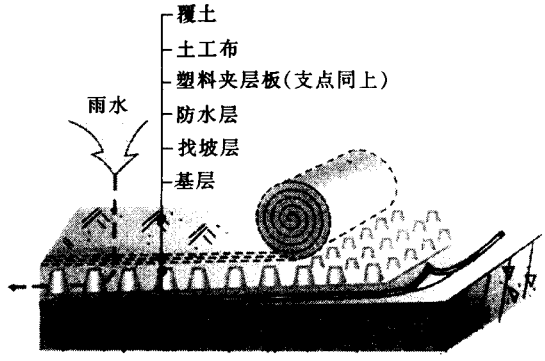


图 4-8-2-15　用于滤水层的塑料夹层板

8.2.3　坡屋面的防水构造

坡屋面屋盖系统的构成比较复杂，可采用的材料和构件形式也非常多，但传统的坡屋面基本采用的是构造防水的方法，即靠屋面瓦片的构造形式及挂瓦的构造工艺来实现防水；而现代建筑的坡屋面则朝材料防水和构造方式相结合以及多种工艺并进的方向发展。

1. 传统坡屋面的防水构造

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

传统坡屋面防水的关键构件是屋面瓦。屋面瓦大多是由土坯烧制而成的。其表面可以上釉或不上釉。瓦片的形状主要分曲面和平面两种。在我国，常用的曲面瓦有小青瓦、筒瓦等。民间最常用的小青瓦经分行正、反叠铺，就自然形成排水沟（图 4-8-2-16）。而平瓦大多并不平整，往往正面带有浅沟，叠放后可以排水；反面则带有挂勾，可以挂在屋面挂瓦条上，防止下滑，在中间还有穿有小孔的突出物，风大地区可以用铅丝扎在挂瓦条上。像这样的瓦片形式，世界各地都是大同小异（图 4-8-2-17）。多少年来，就是依靠瓦片本身良好的设计，虽然在屋面上铺放搭接后并不密封，但只要屋面坡度符合所用瓦片的需要，即便屋盖系统不做基层屋面板，如本篇第 2 章中所述的冷摊瓦那样，仍然能够达到防水的基本要求。

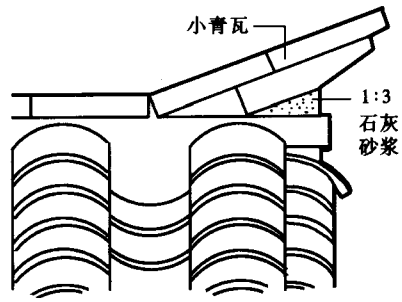


图 4-8-2-16　坡屋面小青瓦

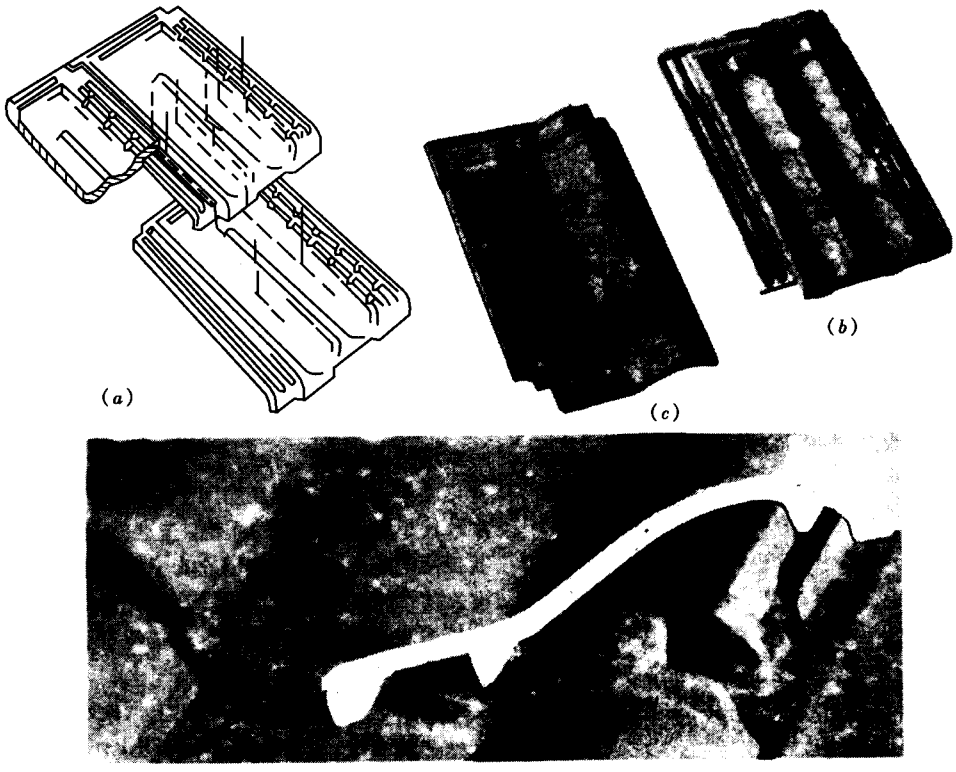


图 4-8-2-17　屋面平瓦形态及防水机理

（a）国产平瓦的排水性能；（b）马赛瓦；（c）瑞士瓦；（d）平瓦搭接示意

不过，设置屋面板基层，对于加强屋面刚度以及隔热、保温和取得内部较好的视觉效果，都是有好处的。因此铺瓦片的屋面通常会选择先铺一层屋面板（屋面板选用材料可参考本篇第 2 章 2.2.1），再在上面铺一层油毡，用顺屋面坡度方向的薄板条（又叫顺水条）加以钉固，然后在顺水条上按平行于檐口的方向钉挂瓦条，最后自下而上地铺设屋面瓦。这样，即便在风雨较大雨水被压入瓦片之间时，进去的雨水也能够在油毡之上顺着屋面坡度流出去，相当于用防水材料又增加了一道防线。其间的油毡可平行屋脊方向铺设，从檐口铺到屋脊，搭接长度不小于 80mm（图 4-8-2-18）。

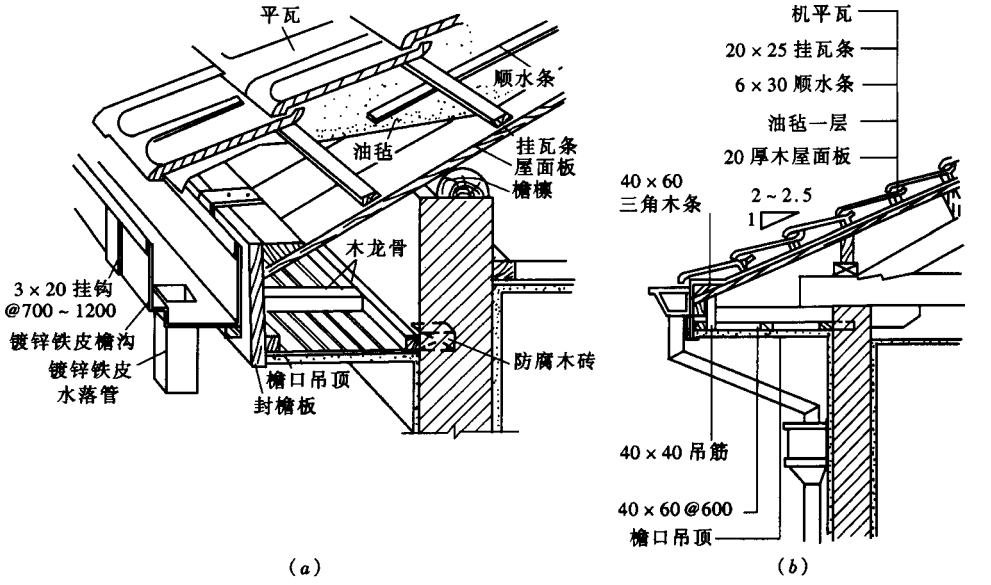


图 4-8-2-18　有屋面板的平瓦屋面构造示意图

（a）有屋面板的平瓦屋面及挑檐檐口部分剖切透视；（b）有屋面板的平瓦屋面及挑檐檐口构造

我国现在常用的屋面平瓦又叫机平瓦，其长度约在 380 ~ 420mm 之间，而宽度约在 240mm 左右，厚度为 50mm（净厚 20mm）。在铺瓦时可以根据屋面的实际长度调节上下皮瓦片之间的搭接距离，从而预先确定挂瓦条的间距。

在瓦屋面上，还有一些用标准的瓦片无法搭接的地方，如屋脊、斜天沟等地方以及瓦片与山墙硬山或出屋面封火墙之间的交接处等，是防水的薄弱环节，必需用特殊形式的瓦片，或者要做特殊的处理。读者可参阅图 4-8-2-19 和图 4-8-2-20，在此不一一赘述。

2. 现代建筑物坡屋面的防水方案选择

在现代采用坡屋顶的建筑物中，如果主体结构是混合结构或者钢筋混凝土结构，屋盖多数采用现浇钢筋混凝土的屋面板，其防水构造可以结合屋面瓦的形式并综合现浇钢筋混凝土平屋面的材料防水及传统坡屋面的构造防水来做。一般说

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

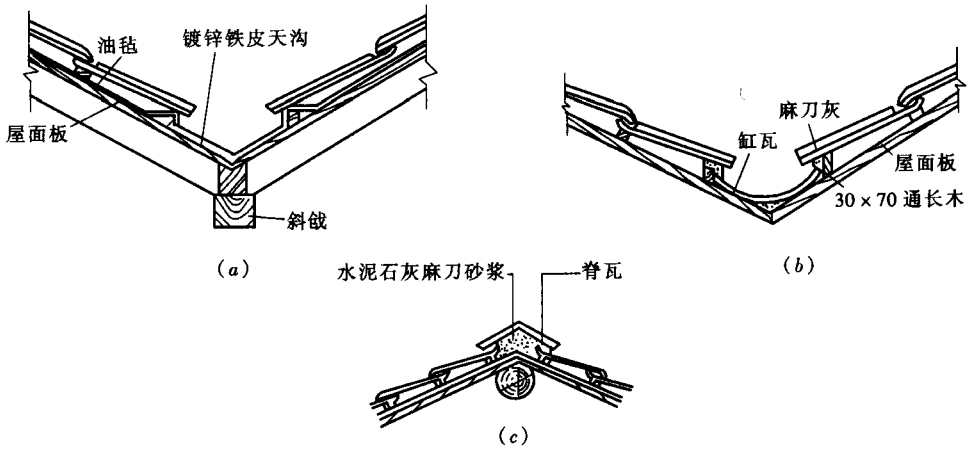


图 4-8-2-19　平瓦屋面特殊部位处理（一）

（a）镀锌铁皮斜天沟；（b）缸瓦斜天沟；（c）屋脊处用脊瓦盖缝

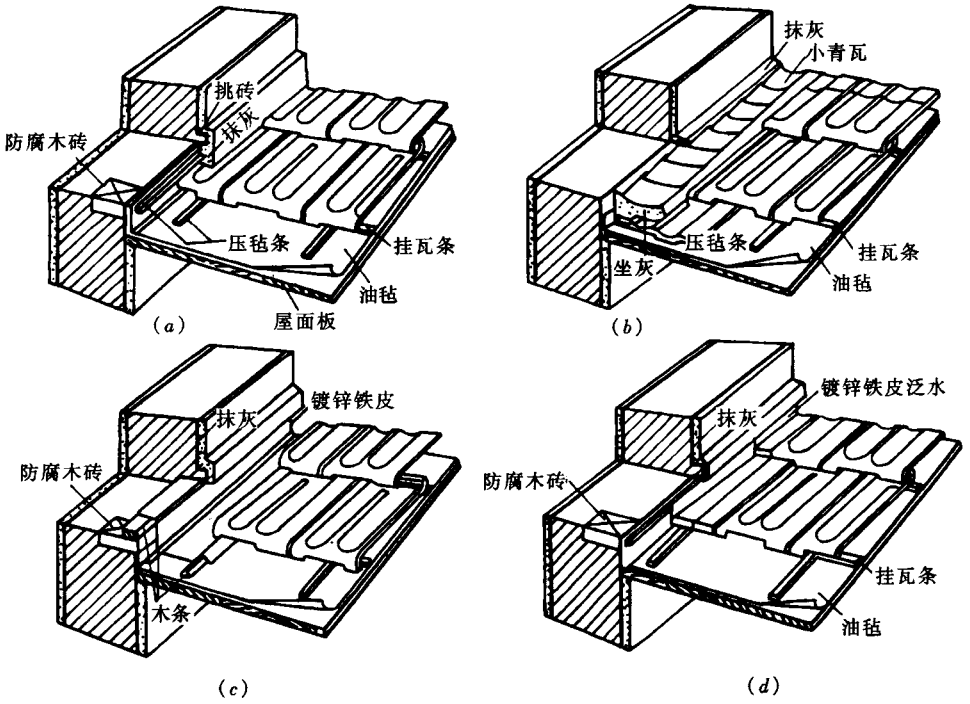


图 4-8-2-20　平瓦屋面特殊部位处理（二）

（a）挑砖抹灰泛水；（b）小青瓦坐灰泛水；（c）通长镀锌铁皮泛水；（d）镀锌铁皮踏步泛水

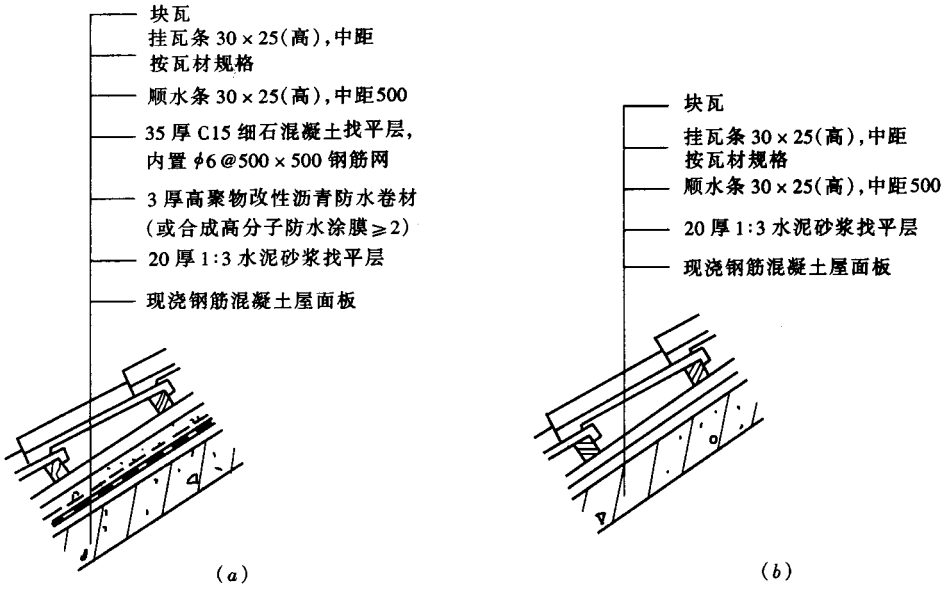


图 4-8-2-21　盖黏土瓦的钢筋混凝土坡屋面防水构造示意

(a) Ⅱ级防水屋面选择；(b) Ⅲ级防水屋面选择

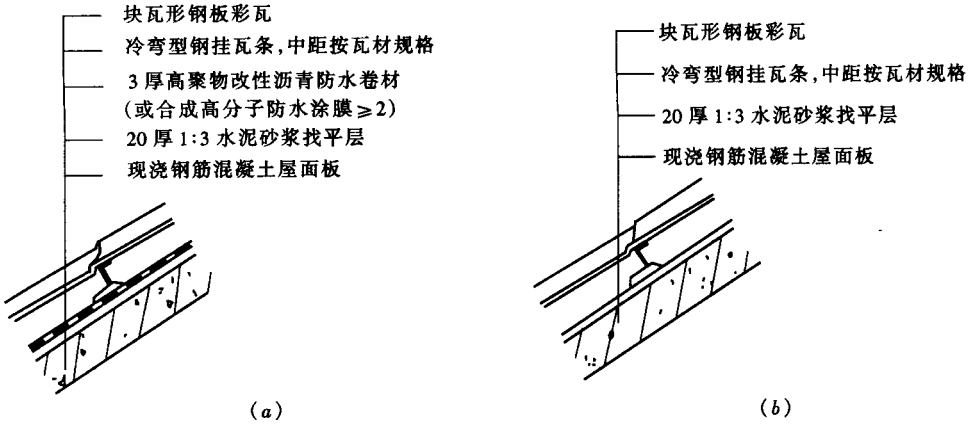


图 4-8-2-22　盖钢板彩瓦的钢筋混凝土坡屋面构造示意图

(a) Ⅱ级防水屋面选择；(b) Ⅲ级防水屋面选择

来，钢筋混凝土屋面板上可以盖普通的黏土瓦（图 4-8-2-21），也可以选用成品的钢板瓦（图 4-8-2-22）。这些成熟的产品具有构造自防水的功能，除了装饰效果外，还可以作为屋面的一道防水层次，而且经由顺水条、挂瓦条等构件架空后，对改善屋面的热工性能也能起到积极的作用。应当指出的是，在坡屋面上做各种构造层次，必须牢固，防止材料下滑，最好不要在钢筋混凝土坡屋面上粘贴装饰瓦，因为这种装饰瓦实际上是一种面砖，如果在屋面基层上用水泥砂浆找平后粘贴装饰面砖，由于水泥砂浆是刚性材料，在温度作用下热胀冷缩容易开裂，从而造成饰面材料下

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

滑，是不安全的。在实际工程中已经有过不少失败的例子。此外，用于平屋面上的材料防水构造做法，用在钢筋混凝土坡屋面上也应该兼顾安全的因素。例如在图4-8-2-23所示的例子中，在屋面卷材之上又做了一道配筋的细石混凝土，虽说细石混凝土与卷材之间相对滑动有利于防止防水层开裂，但在屋面板檐口处预先浇筑了一道高起的挡台，就能够预防由此而带来的不安全因素。

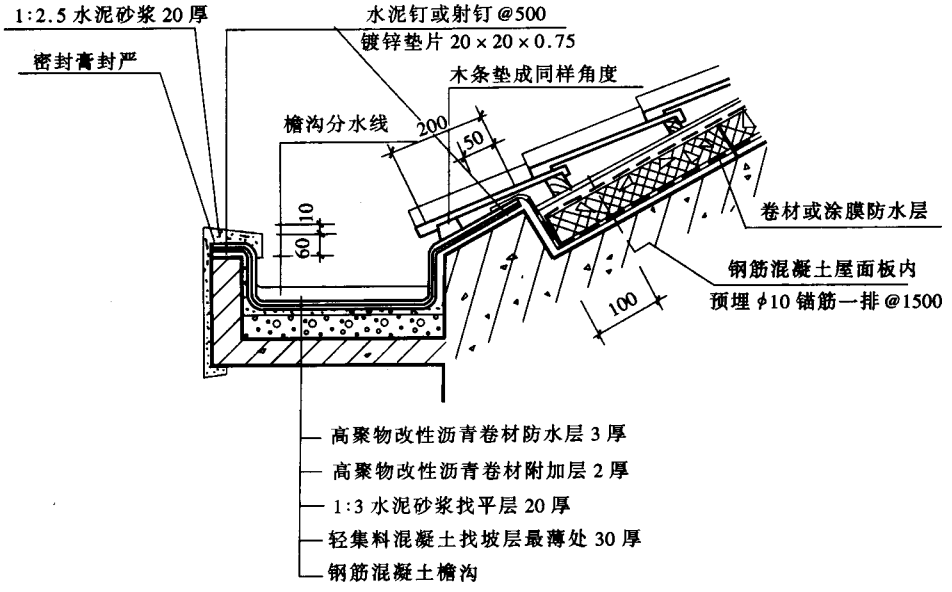


图4-8-2-23　盖黏土瓦的钢筋混凝土坡屋面檐口处构造示意图

图4-8-2-24介绍了另一种可以直接“贴”在坡屋面上的瓦，是用沥青类材料将多层胎体粘结起来，再在表面粘上彩色细石屑的一种块瓦。施工时屋面必须先做防水卷材，而且最好是采用沥青类的卷材。屋面沥青瓦就直接搭接铺钉在防水卷材面上。所用钉子根据基层屋面板的质地，可以分别采用普通钉或水泥钉。利用沥青熔点较低的特点，屋面沥青瓦处在高温的天气下时，底层沥青会自行与屋面防水卷材粘合在一起，所以使用过一个阶段后，这种块瓦会几乎粘成了一个整体，有助于屋面的防水，又不容易被风刮走。如果材料发生了老化，可以很容易成片铲除更换。

除了屋盖基层板是钢筋混凝土的之外，如果坡屋顶建筑的主体结构用钢制作，则屋盖完全可以在钢屋架、钢檩条上面直接用传统的方式铺木或轻质水泥制品的屋面板，而后盖瓦（图4-8-2-25），或者也可以用压型钢板和钢制的复合板来做屋面（图4-8-2-26、图4-8-2-27）。因为钢板产品在设计时自带防水构造，所以不用特殊的防水处理。其中图4-8-2-26中的彩钢板，虽然需要另做屋面保温层，但板缝间扣接，减少了面板用钉钉入再打胶封堵所可能造成的屋面漏水的机会。图4-8-2-27中的夹芯层板，尽量把钉孔藏在盖缝板下面。在实际工程中，可供选用的相关产品种类很多，应该综合各种因素仔细选择。

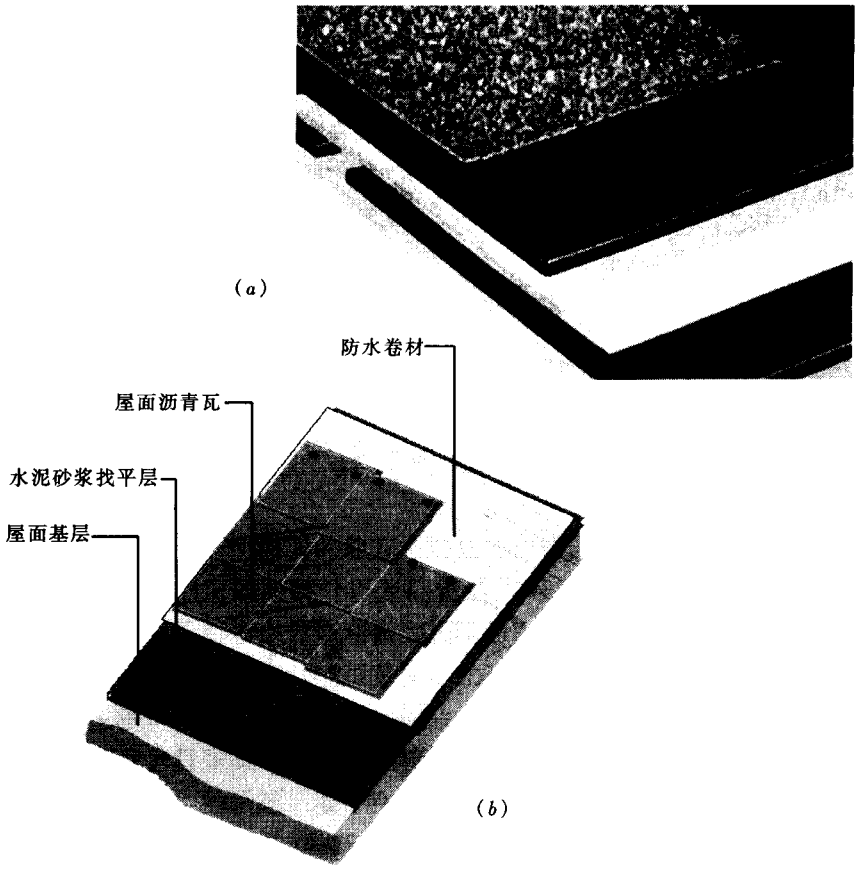


图 4-8-2-24　沥青瓦屋面构造示意图

(a) 沥青瓦结构层次；(b) 沥青瓦屋面构造做法

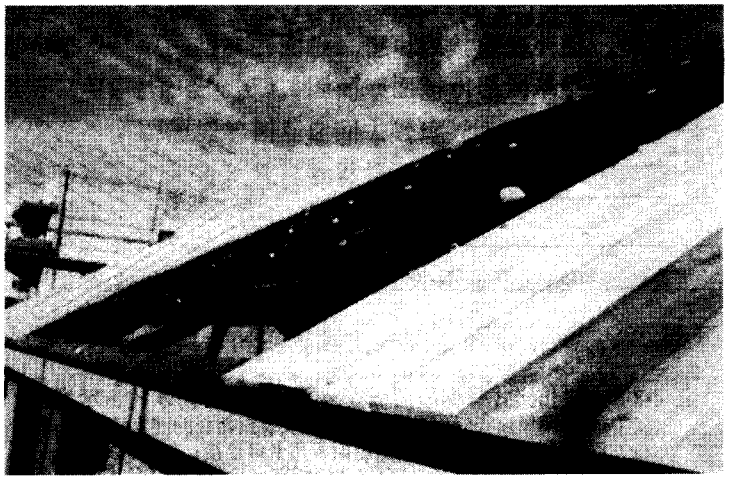


图 4-8-2-25　采用传统方法盖屋面瓦的钢结构住宅实例

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

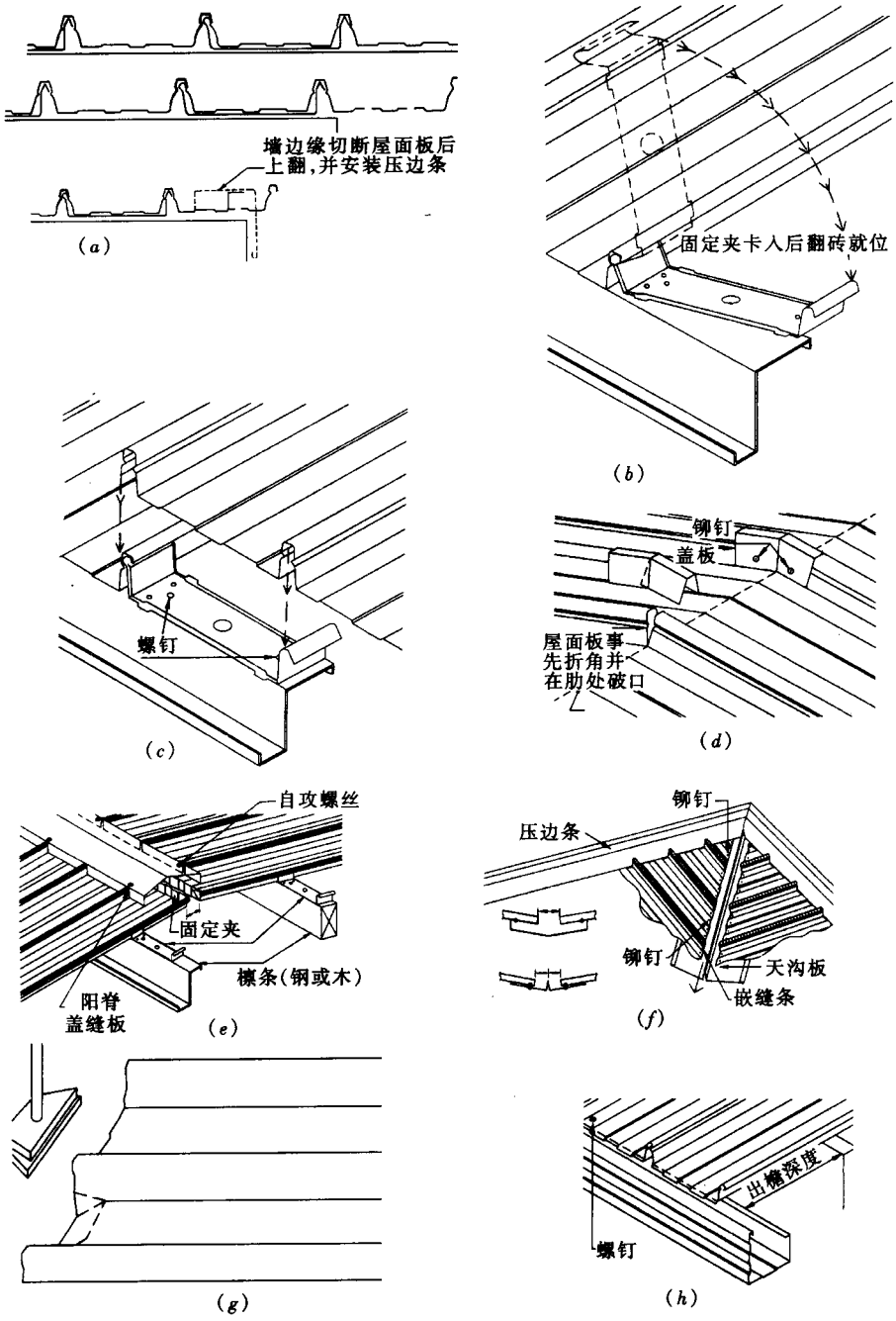


图 4-8-2-26　扣接式彩钢屋面板安装及关键部位防水构造示意图
(a) 金属屋面板断面；(b) 在梁上安装屋面板的固定件；(c) 固定件用螺钉固定在梁上屋面板用卡口连接；(d) 屋脊处折板以利防水；(e) 阳脊处金属盖缝板节点；(f) 斜天沟节点；(g) 檐口处用扳金工具折边；(h) 檐口檐沟

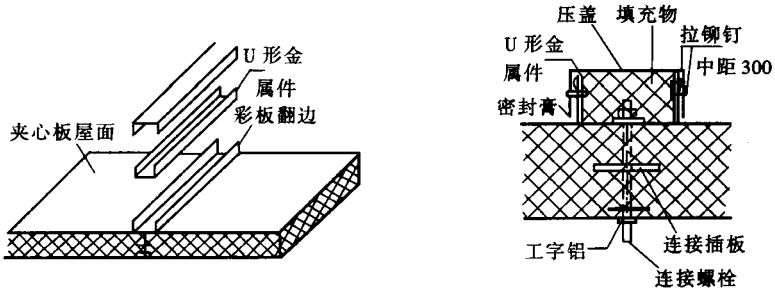


图 4-8-2-27　夹芯彩钢板屋面的板缝间防水构造示意图

8.3　建筑外墙防水构造

建筑外墙最容易发生渗漏的地方主要是各种构件的接缝处，例如各种外墙板的板缝、外墙与外门窗的交接处以及门窗缝等等。因此防水构造主要表现为填缝、盖缝等处理。但对于砌体墙和做大面积粉刷的外墙面来说，保证砌块间的灰缝不开裂以及外粉刷没有裂缝也很重要。尤其是各种空心的砌块，如多孔黏土砖等，一旦发生渗水，而且水无法排出的话，就容易在砌块内部的孔洞中积聚，造成内墙面的潮湿、霉变等等，修复比较麻烦。因此防止墙体变形、规范施工操作等，仍然是不可缺少的话题。鉴于在以前的章节中，对于怎样加强砌体墙的整体刚度、在大面积的粉刷中需预留引条线、在外墙与外门窗的交接处要用柔性材料嵌缝并两面打胶，以及对门窗缝应根据空腔原理制作断面等，已经一一作了详细介绍，所以本节内容将主要涉及到各种外墙板的防水构造。

外墙板之间的板缝又分为水平缝、垂直缝和十字缝。根据本篇第三章的介绍，外墙面板可以是单一层次的面板，也可以是多道墙板。一般说来，除非外墙带有装饰面板，可以作离缝处理，因而墙面防水退到基层外墙板和装饰面板之间的间层中，或者是基层面板的相互之间去处理外，外墙板直接对外的板缝构造都应该做到能够阻止雨水入侵，并且能够将万一侵入的雨水迅速排出。以下将对这两种情况分别做出更具体的说明。

8.3.1　一般单层钢筋混凝土外墙板板缝的防水构造

图 4-8-3-1 所示的是典型的钢混凝土外墙板的水平缝、垂直缝和十字缝的板缝构造。从中可以看到，在门窗缝中常常运用到的空腔原理，在解决外墙板板缝的防水构造时也同样适用。例如，在墙板的两侧边通常留有凹口，合起来在板的垂直缝中就会形成扩大的空腔。经过一道或多道空腔的减压作用和对毛细现象的破坏，再加上塑料条等起到挡水的作用，使得雨水很难通过板缝进入墙板内部。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

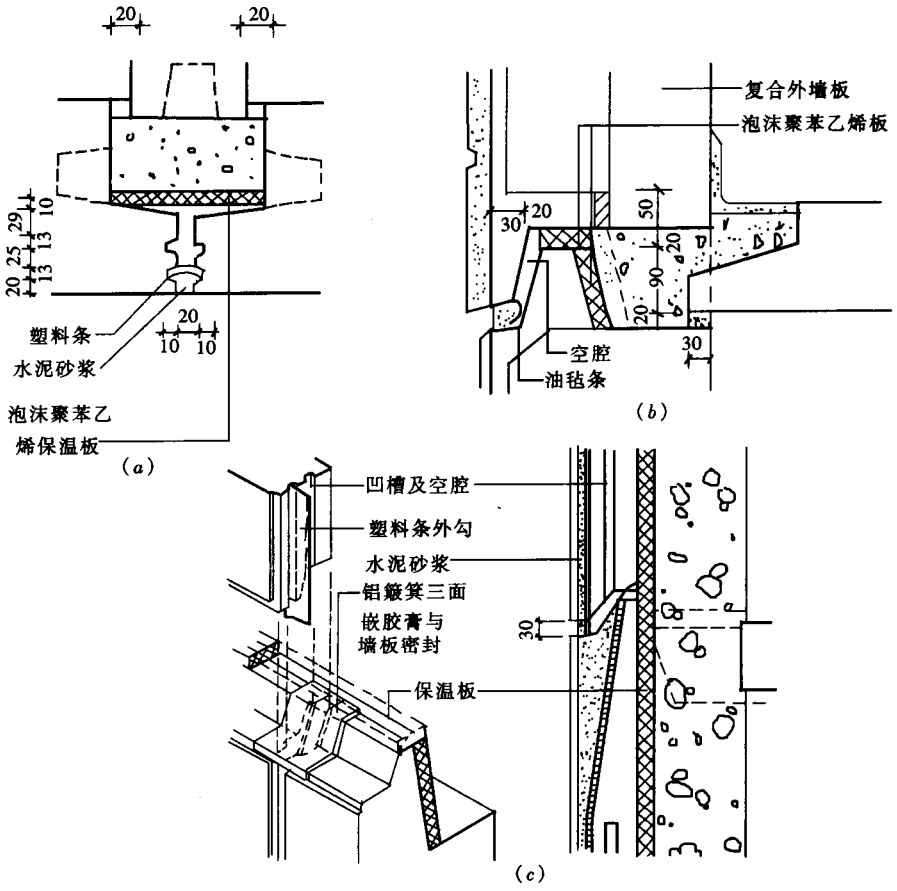


图 4-8-3-1　典型钢筋混凝土外墙板板缝构造

(a) 垂直缝构造；(b) 水平缝构造；(c) 十字缝构造

另外，构造防水和材料防水结合使用的方法，也得到了具体的体现。例如图中的水平缝采用了类似高低缝的企口构造，可以用来盖缝。同时在缝里又填入了柔性材料，也属于材料防水的一部分。至于在十字缝节点中安放的铝质水舌（或者称作水簸箕），可以将漏入板缝中的雨水通过十字缝处的小孔排出去，体现了堵塞和疏导并举的思路。类似这样的板缝节点，经过长期的工程实践和改进，已经变得非常成熟。一般说来，外墙板的板缝宽不宜超过 20mm，配合内部的种种防水构造，板缝的外表面可以局部开口，也可以选择用金属或柔性材料盖缝，或者在嵌缝材料外面填水泥砂浆勾缝做保护层。用以勾缝的水泥砂浆的厚度不得小于 15mm，但其抗拉伸变形的效果不如用柔性材料盖缝来得好。以下的几幅图对外墙板的板缝构造细部作进一步的介绍，其中：

图 4-8-3-2 介绍了用以盖缝的金属条或氯丁橡胶等弹性物构件的形状；

图 4-8-3-3 介绍了外墙板在纵横交接转角处的细部构造；
图 4-8-3-4 介绍了为防止雨水在板缝凹陷处积聚而设计的墙板边缘构造形式；
图 4-8-3-5 介绍了墙板内排水的几种构造做法。

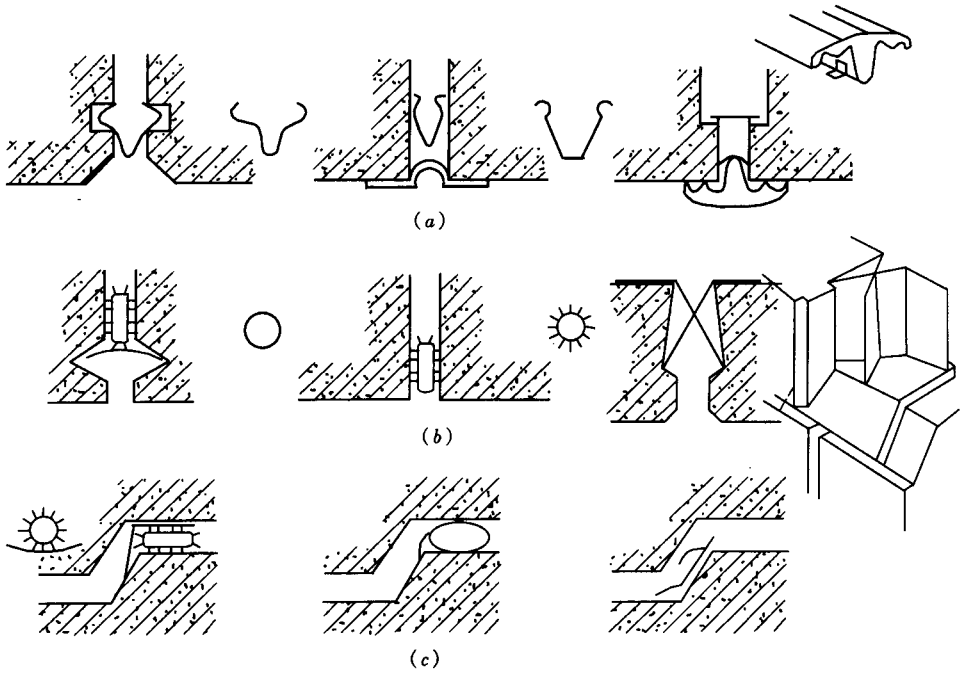


图 4-8-3-2　外墙板盖缝金属条及弹性物形状

（a）金属弹性卡具盖缝；（b）塑料弹性物盖缝；（c）水平缝弹性物填缝

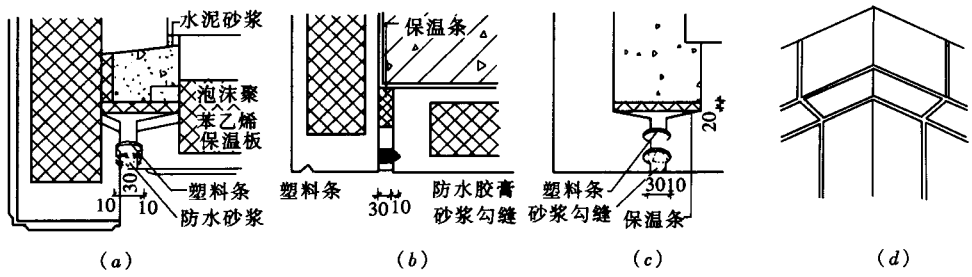


图 4-8-3-3　转角处外墙板板缝构造

（a）斜单槽单腔接缝；（b）单槽空腔加防水密封胶嵌缝；（c）双槽双腔接缝；
（d）外墙转角专用墙板

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

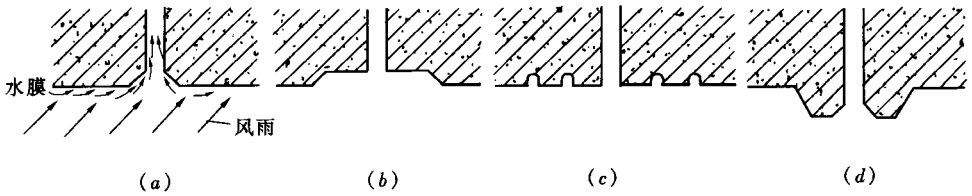


图 4-8-3-4　几种外墙板边缘的挡水构造

（a）大量雨水汇集在竖缝；（b）凹边槽；（c）凹槽缝；（d）凸边缝

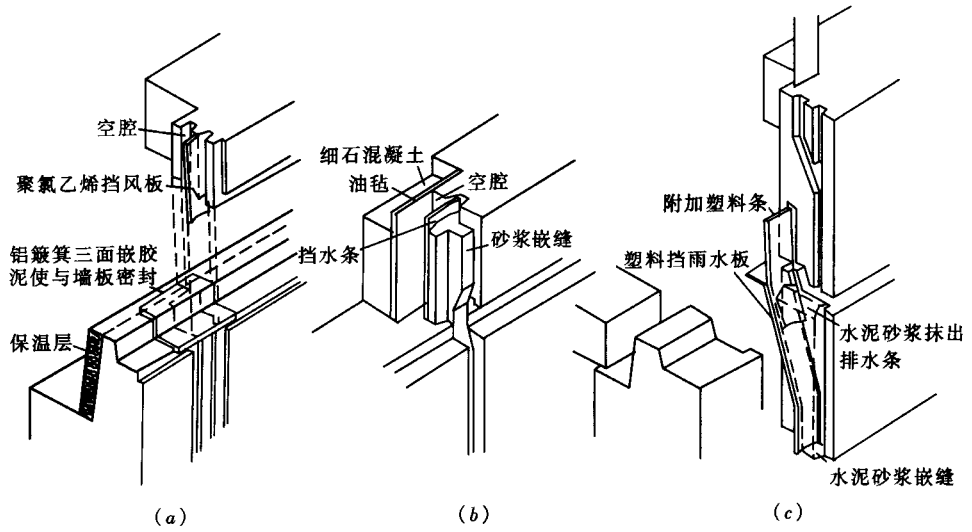


图 4-8-3-5　几种外墙板内排水的构造做法

（a）分层排水；（b）通腔排水；（c）分层与通腔混合排水

8.3.2　带有装饰面板的复合型外墙板的防水构造

带有装饰面板的复合型外墙板，一般在基层墙板和装饰面板之间都会留有空隙。因此基层墙板的板缝间可以同普通单层外墙板一样采取复杂的防水构造措施，但也可以把基层墙板的板缝构造形式做得比较简单，采用在基层墙板的外表面满布防水材料的做法。其中较为方便的是在基层板面上满喷厚度约为 20～30mm 的发泡聚氨酯。聚氨酯材料的化学稳定性、粘结性、延展性等性能具佳，经在现场发泡，可以填充板缝，并在基层墙板上形成不透水的表层，又能起到保温的作用。如果这一过程在用来连接装饰面板的连接件也固定好了以后再进行，则聚氨酯还可以堵塞安装连接件时所留下的螺栓孔等，是整体防水的好方法。唯其造价较高。但像这一类做法，可以不用考虑防水构造的外观，而且由于有装饰面板的遮挡，防水层不暴露在日照下，对抗老化有一定的好处。如果外墙不考虑

保温，则也可以只在基层墙板的板缝之间填充发泡聚氨酯，这样造价较便宜。此外，用于屋面防水的贴防水卷材等方法，如果需要，也可以用于基层墙板的整体防水，特别是用于附加在基层墙板外侧的保温材料的防水需要上。关于这一点，读者可以参考下一章中有关墙体中保温的说明。

8.4　建筑地下室防水构造

为满足结构和防水的需要，建筑物地下室的地坪与墙体一般都采用钢筋混凝土材料。虽然混凝土的防水性能良好，而且添加外加剂后密实性有进一步的提高，但如果地下室浸泡在地下水中，地下水是有压力的，容易通过地下室的底板和外壁向内渗透。受到地下水侵蚀的混凝土，其耐久性会受到影响。在我国，地下水特别是浅层地下水受污染比较严重，对混凝土、钢筋的侵蚀破坏是一个不容忽视的问题。因此单靠用防水混凝土来抵抗地下水的侵蚀其效果是有限的。

地下室的防水构造做法主要是采用防水材料来隔离地下水。按照建筑物的状况以及所选用防水材料的不同，可以分为卷材防水、砂浆防水和涂料防水等几种。另外，采用人工降、排水的办法，使地下水位降低至地下室底板以下，变有压水为无压水，消除地下水对地下室的影响，也是非常有效的。

地下室的防水等级标准可参照表 4-8-4-1 执行。

地下工程防水等级标准　　**表 4-8-4-1**

防水等级	标　　准
1 级	不允许渗水，结构表面无湿渍
2 级	不允许漏水，结构表面可有少量湿渍 工业与民用建筑：湿渍总面积不大于总防水面积的 1%，单个湿渍面积不大于 0.1m^2，任意 100m^2 防水面积不超过一处 其他地下工程：湿渍总面积不大于防水面积的 6%，单个湿渍面积不大于 0.2m^2，任意 100m^2 防水面积不超过 4 处
3 级	有少量漏水点，不得有线流和漏泥砂 单个湿渍面积不大于 0.3m^2，单个漏水点的漏水量不大于 2.5L/d，任意 100m^2 防水面积不超过 7 处
4 级	有漏水点，不得有线流和漏泥砂 整个工程平均漏水量不大于 2L/m^2·d，任意 100m^2 防水面积的平均漏水量不大于 4L/m^2·d

8.4.1　地下室材料防水构造

1. 卷材防水构造

卷材防水构造适用于受侵蚀性介质或受振动作用的地下工程。卷材应采用高聚物改性沥青防水卷材和合成高分子防水卷材，铺设在地下室混凝土结构主体的迎水面上。铺设位置是自底板垫层至墙体顶端的基面上，同时应在外围形成封闭

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

的防水层。

防水卷材厚度的选用应符合表4-8-4-2的规定。

防水卷材厚度　　表4-8-4-2

防水等级	设防道数	合成分子防水卷材	高聚物改性沥青防水卷材
1级	三道或三道以上设防	单层：不应小于1.5mm；双层：总厚不应小于2.4mm	单层：不应小于4mm；双层：总厚不应小于6mm
2级	二道设防		
3级	一道设防	不应小于1.5mm	不应小于4mm
	复合设防	不应小于1.2mm	不应小于3mm

卷材铺贴前应在基层表面上涂刷基层处理剂，基层处理剂应与卷材及胶粘剂的材料相容，可采用喷涂或涂刷法施工，喷涂应均匀一致、不露底，待表面干燥后方可铺贴卷材。两幅卷材短边和长边的搭接宽度均不应小于100mm。当采用多层卷材时，上下两层和相邻两幅卷材的接缝应错开1/3幅宽，且两层卷材不得相互垂直铺贴。在阴阳角处，卷材应做成圆弧，而且应当像在有女儿墙处的卷材防水屋面做法一样，加铺一道相同的卷材，宽度≥500mm。

图4-8-4-1和图4-8-4-2是地下室卷材防水构造的示意图。

2. 砂浆防水构造

砂浆防水构造适用于混凝土或砌体结构的基层上。不适用于环境有侵蚀性、持续振动或温度高于80℃的地下工程。所用砂浆应为水泥砂浆或高聚物水泥砂浆、掺外加剂或掺合料的防水砂浆，施工应采取多层抹压法。

用作防水的砂浆可以做在结构主体的迎水面或者背水面。其中水泥砂浆的配比应在1:1.5～1:2，单层厚度同普通粉刷。高聚物水泥砂浆单层厚度为6～8mm；双层厚度为10～12mm。掺外加剂或掺合料的防水砂浆防水层厚度为18～20mm。

3. 涂料防水构造

涂料防水构造适用于受侵蚀性介质或受振动作用的地下工程主体迎水面或背水面的涂刷。

按地下工程应用防水涂料的分类，有机防水涂料主要包括合成橡胶类、合成树脂类和橡胶沥青类。其中如氯丁橡胶防水涂料、SBS改性沥青防水涂料等聚合物乳液防水涂料，属挥发固化型；聚氨酯防水涂料等属反应固化型。另有聚合物水泥涂料，是以高分子聚合物为主要基料，加入少量无机活性粉料（如水泥及石英砂等），具有比一般有机涂料干燥快、弹性模量低、体积收缩小、抗渗性好等优点，国外称之为弹性水泥防水涂料，近年来应用也相当广泛。有机防水涂料固化成膜后最终是形成柔性防水层，适宜做在主体结构的迎水面。

无机防水涂料主要包括聚合物改性水泥基防水涂料和水泥基渗透结晶型防水涂料，是在水泥中掺有一定的聚合物，能够不同程度地改变水泥固化后的物理力学性能，但是应认为是刚性防水材料，所以不适用于变形较大或受振动部位，适宜做在主体结构的背水面。

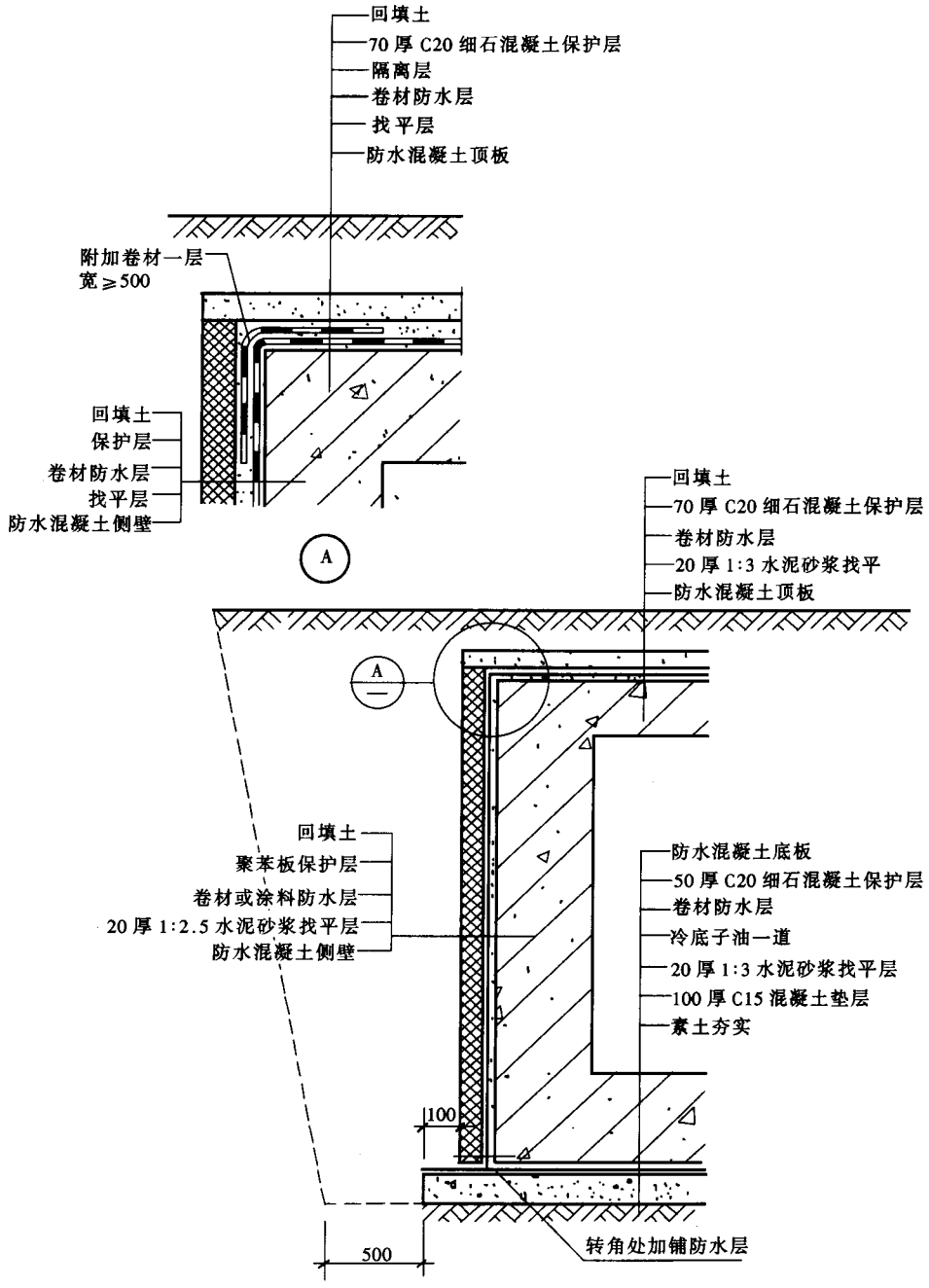


图 4-8-4-1　地下室卷材防水构造示意图（一）

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

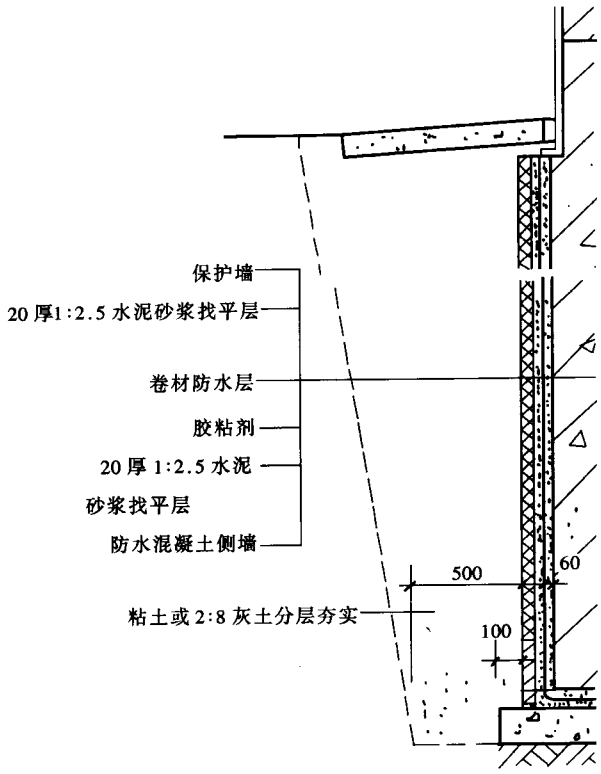


图4-8-4-2　地下室卷材防水构造示意图（二）

防水涂料的厚度，可参照表4-8-4-3的规定。

涂料防水构造的做法，可以参考上图4-8-4-1和图4-8-4-2中防水卷材的做法。

防水涂料厚度（mm）　　**表4-8-4-3**

防水等级	设防道数	有机涂料			无机涂料	
		反应型	水乳型	聚合物型	水泥基	水泥基渗透结晶型
1级	三道或三道以上设防	1.2~2.0	1.2~1.5	1.5~2.0	1.5~2.0	≥0.8
2级	二道设防	1.2~2.0	1.2~1.5	1.5~2.0	1.5~2.0	≥0.8
3级	一道设防	—	—	≥2.0	≥2.0	—
	复合设防	—	—	≥1.5	≥1.5	—

8.4.2　地下室人工降、排水法

人工降、排水法可分为外排法和内排法两种。所谓外排法系采取在建筑物的

四周设置永久性降排水设施，使高过地下室底板的地下水位在地下室周围回落至其底板标高之下，或者使平时水位虽在地下室底板之下，但在丰水期有可能上升的地下水水位难以达到地下室底板的标高，使得对地下室的有压水变为无压水，以减小其渗透的压力。通常的做法是在建筑物四周地下室地坪标高以下设盲沟，或者设置无砂混凝土管、普通硬塑料管或加筋软管式的渗水管，周围填充可以滤水的砾石及粗砂等材料。其中贴近天然土的是粒径较小的粗砂滤水层，可以使地下水通过，而不把细小的土颗粒带走；而靠近排水装置的是粒径较大的砾石渗水层，可以使较清的地下水透入渗水管中积聚后流入城市排水总管。当城市的排水管标高高于盲沟或渗水管时，则采用人工排水泵将积水排走（图 4-8-4-3a、b）。

内排水法是将有可能渗入地下室内的水，通过永久性自流排水系统如集水沟排至集水井再用水泵排除。其工作原理与种植屋面的做法中在种植土以下做排水层很相似。在构造上常将地下室地坪架空，或设隔水间层，以保持室内墙面和地坪干燥。上文中关于种植屋面的做法中所提到的塑料层板，也可以用于地下室内部的隔水间层，但是应该充分考虑到因动力中断而引起水位回升的可能性。为了保险起见，有些重要的地下室，既做外部防水又设置内排水设施（图 4-8-4-3c）。

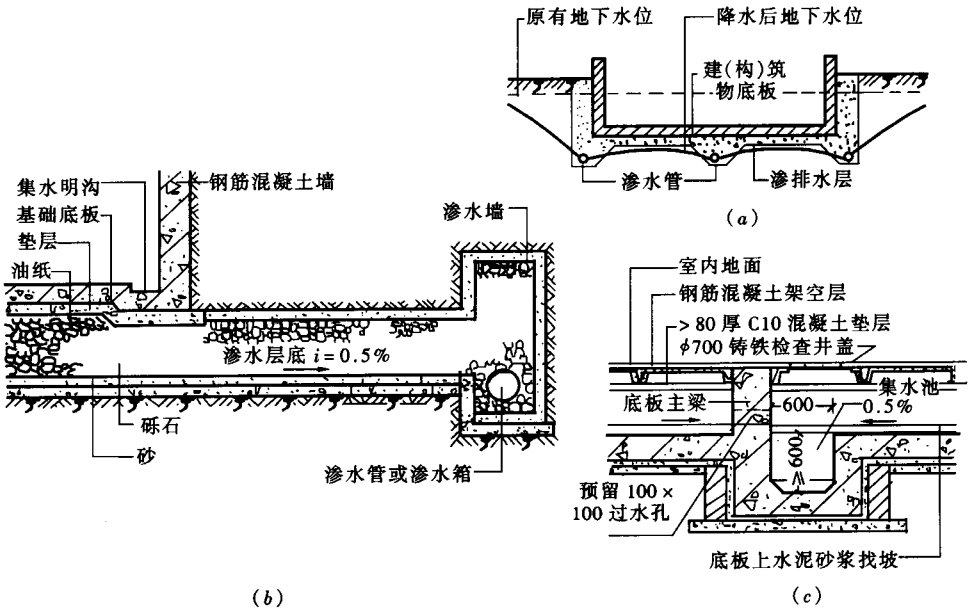


图 4-8-4-3　地下室人工降、排水构造示意图

（a）地下室外排水原理示意图；（b）地下室外排水实例；

（c）地下室内排水构造示意图

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

8.5　建筑室内防水构造

对于用水频繁的房间，水管较多，室内积水的机会也多。管道穿越楼板的地方、楼面容易积水的地方以及经常淋水的墙面，都是防水的重点部分。

8.5.1　楼　面　防　水

用水频繁的房间，楼板应以现浇为佳，并设置地漏。楼板做面层时需有一定的坡度，坡向地漏的方向，以便引导水流经地漏排出。地面坡度一般为1%～1.5%。为了防止室内万一积水会外溢，对有水房间的楼面或地面标高应比相邻房间或走廊做低20～30mm。

对于防水质量要求较高的地方，可在楼板基层与面层之间设置防水层一道，常见的防水材料有防水卷材、防水砂浆或防水涂料。施工要求可参照屋面对应防水材料的做法，并将防水层沿房间四周墙边向上翻起100～150mm（图4-8-5-1*a*）。当遇到开门处，其防水层应铺出门外至少250mm（图4-8-5-1*b*）。

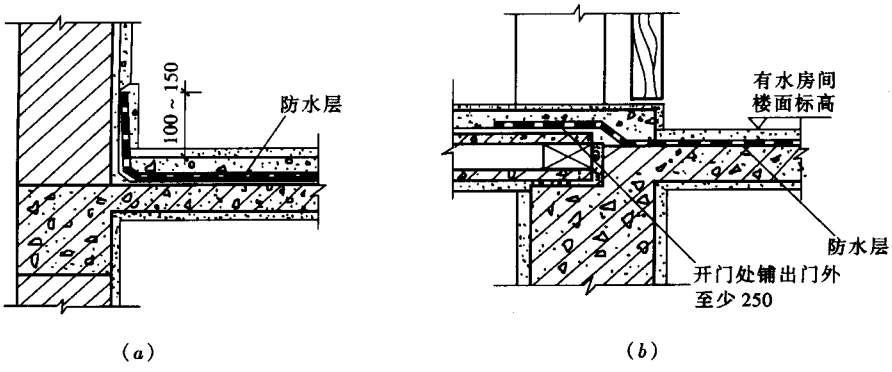


图4-8-5-1　用水房间地面构造

（*a*）防水层上翻；（*b*）防水层铺出门外

对于有立管穿越楼层处，一般采用两种办法，一是在管道穿过的周围用C20级干硬性细石混凝土捣固密实，再以两布二油橡胶酸性沥青防水涂料作密封处理，如图4-8-5-2*a*所示。二是对某些暖气管、热水管穿过楼板（屋面）层时，为防止由于温度变化，出现胀缩变形，致使管壁周围漏水，需要在楼板管道通过的位置埋设一个比热水管直径稍大的套管，以保证热水管能自由伸缩而不致影响混凝土开裂（图4-8-5-2*b*、*c*）。套管比楼（屋）面高出30mm左右。

8.5.2　淋水墙面防水处理

淋水墙面可以先用添加外加剂的防水砂浆打底，然后做饰面层。如果墙面饰

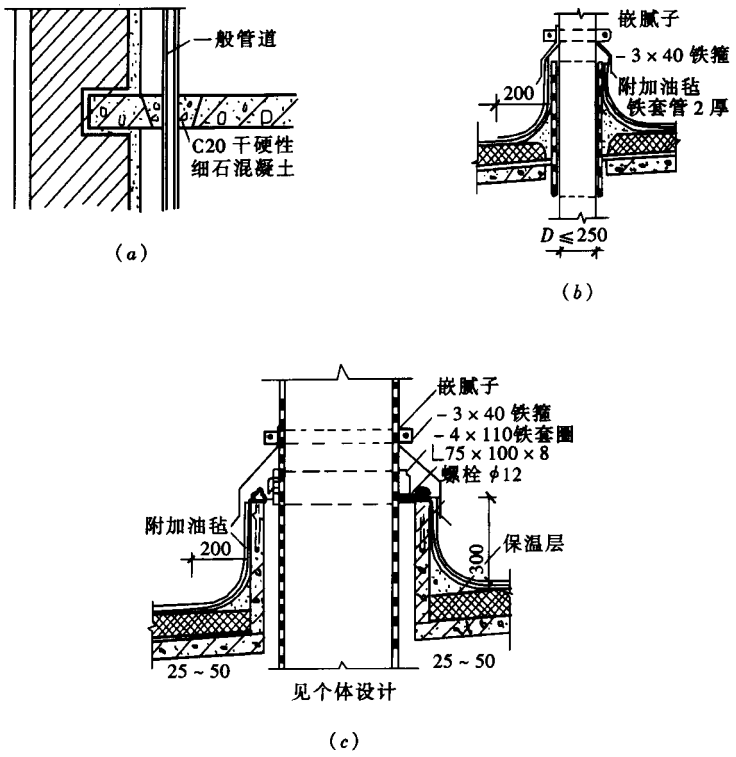


图 4-8-5-2　垂直管道穿越处楼面构造

（a）普通管道的处理；（b）热力管道的处理；

（c）预留孔洞管道穿越屋面

面需要先立墙筋，可以在墙筋与墙体基层之间附加一层防水卷材。同样，在共用该淋水墙面的相邻房间，为了避免渗水，面层也可以作同样的处理。

应当注意的是，用水的房间经常有埋墙的管道，特别是二次装修过程中开凿墙面安装管道，往往因为容易急于施工，一次将修补墙面用的水泥砂浆做得很厚，或者对修补用的砂浆出现的裂缝也不做处理，这些都是发生渗水的隐患。因为淋水墙面常常会做面砖面层，而面砖本身是不防水的。一旦水从这些缝隙中深入墙体内，是很不容易排出的。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第9章　建筑保温、隔热构造

适宜的室内温度和湿度状况是人们生活和生产的基本要求。对于建筑的外围护结构来说，由于在大多数情况下，建筑室内外都会存在温差，特别是处于寒冷地区冬季需要采暖的建筑和在有些地区因夏季炎热而需要在室内使用空调制冷的建筑，其围护结构两侧的温差在这样的情况下甚至可以达到几十度之多。因此，在外围护结构设计中，根据各地的气候条件和建筑物的使用要求，合理解决建筑外围护结构的保温与隔热问题，是建筑构造设计的重要内容。其目标首先是保证室内基本的热环境质量，进一步则牵涉到建筑节能的问题。

关于建筑节能的问题，如今国际上公认的意义已经从过去简单的节约能源以及保持能源，即尽量减少能量的散失，发展到需要提高能源的利用效率。这对于建筑热工设计的标准，提出了更高的要求。我国由于经济方面的原因以及相应技术和产品开发利用方面的不足，在建筑节能方面与发达国家相比，进展要相对缓慢。但近年来随着我国国民经济的迅速发展，政府对实施环境保护、节约能源以及改善人民的居住条件方面给予了越来越多的重视。首先是细化了建筑热工设计分区，按照气候特征将我国的建筑热工分区从原来的4个地区进一步细分为表4-9-0-1所示的5个地区（摘自《民用建筑热工设计规范》，GB 50176—92），使得各种针对地区特点制定的相应的节能标准能够相继出台，对提高建筑热环境的质量以及建筑节能都起到了积极的作用。此外，在满足民用建筑热工设计规范的要求之上，又进一步制定了建筑节能规划的基本目标。近年来，有关部门通过组织对许多示范工程的探索和研究，根据我们国家的具体国情，发展出了许多行之有效的建筑节能的构造方法，对相关建材行业的发展也起到了重要的推动作用。希望读者随时予以充分的关注和重视。

建筑热工分区及设计要求　　**表4-9-0-1**

分区名称		严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
分区指标	主要指标	最冷月平均温度≤－10℃	最冷月平均温度0～－10℃	最冷月平均温度0～10℃ 最热月平均温度25～30℃	最冷月平均温度＞10℃ 最热月平均温度25～29℃	最冷月平均温度0～13℃ 最热月平均温度18～25℃
	辅助指标	日平均温度≤5℃的天数≥145天	日平均温度≤5℃的天数90～145天	日平均温度≤5℃(0～90天) 日平均温度≥25℃（40～110天）	日平均温度≥25℃的天数100～200天	日平均温度≤5℃的天数0～90天

续表

分区名称	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
设计要求	必须充分满足冬季保温的要求，一般可不考虑夏季防热	应满足冬季保温的要求，部分地区兼顾夏季防热	必须满足夏季防热要求，适当兼顾冬季保温	必须充分满足夏季防热要求，一般可不考虑冬季保温	部分地区应注意冬季保温，一般可不考虑夏季防热

9.1　建筑热工构造原理综述

9.1.1　建筑热工构造基本知识

热量从高温处向低温处转移的过程中，存在热传导、热对流和热辐射三种方式。其中热传导是指物体内部高温处的分子向低温处的分子连续不断地传送热能的过程；热对流是指流体（如空气）中温度不同的各部分相对运动而使热量发生转移；热辐射则是指温度较高的物质的分子在振动激烈时释放出辐射波，热能按电磁波的形态传递。

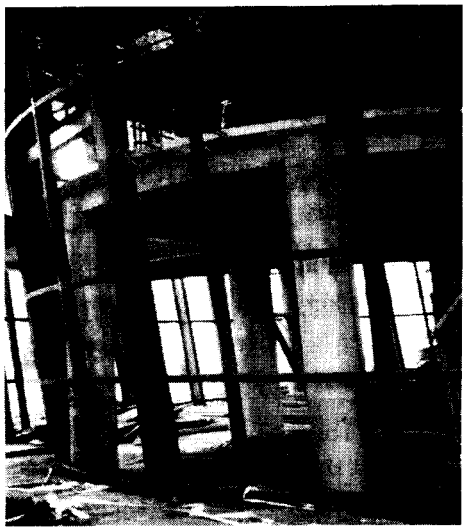
这三种传热的基本方式，在建筑外围护结构传热的过程中表现为：其某个表面首先通过与附近空气之间的对流与导热以及与周围其他表面之间的辐射传热，从周围温度较高的空气中吸收热量；然后在围护结构内部由高温向低温的一侧传递热量，此间的传热主要是以材料内部的导热为主；接下去围护结构的另一个表面将继续向周围温度较低的空间散发热量。

由此可见，在建筑物室内外存在温差，尤其是较大温差的情况下，如果要维持建筑室内的热稳定性，使室内温度在设定的舒适范围内不作大幅度的波动，而且要节省能耗，就必须尽量减少通过建筑外围护结构传递的热流量。其中，减少外围护结构的表面积，以及选用导热系数较小，即其传热阻较大的材料来做建筑的外围护构件，是减少热量通过外围护结构传递的重要途径。但是导热系数小的材料一般都是孔隙多、密度小的轻质材料，大部分没有足够的强度，不适合于直接用作建筑的屋盖以及外墙的基材，特别是当外围护结构兼有承重结构的作用时，更是如此。

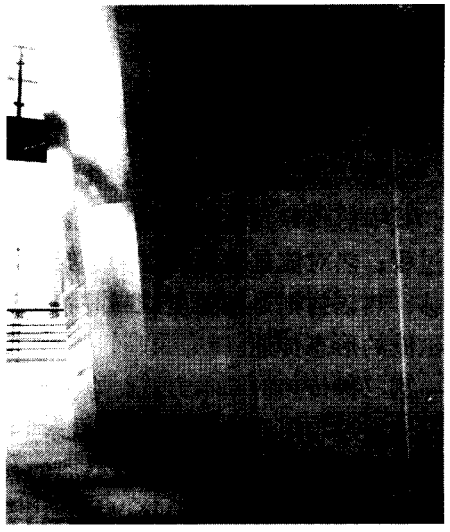
在过去较长的时间内，为了改善外围护结构构件的热工性能，往往采取加大构件厚度的做法。例如在我国北方曾将低层或多层住宅的实心黏土砖墙都做到了370mm或490mm的厚度，这是很不经济的。如今实行墙体改革，减少或取消使用实心黏土砖，但许多外墙材料的导热系数都比普通实心黏土砖的导热系数要大。例如为了达到新颁采暖居住建筑节能设计的标准，在单一材料墙体中，除了加气混凝土墙体的热工性能尚可，经局部处理后，自西安到佳木斯地区的墙体厚度需自200mm递增到450mm外，如使用黏土多孔砖，其厚度在西安地区就需370mm，在北京地区需490mm，在沈阳地区需760mm，在哈尔滨地区甚至需多达

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

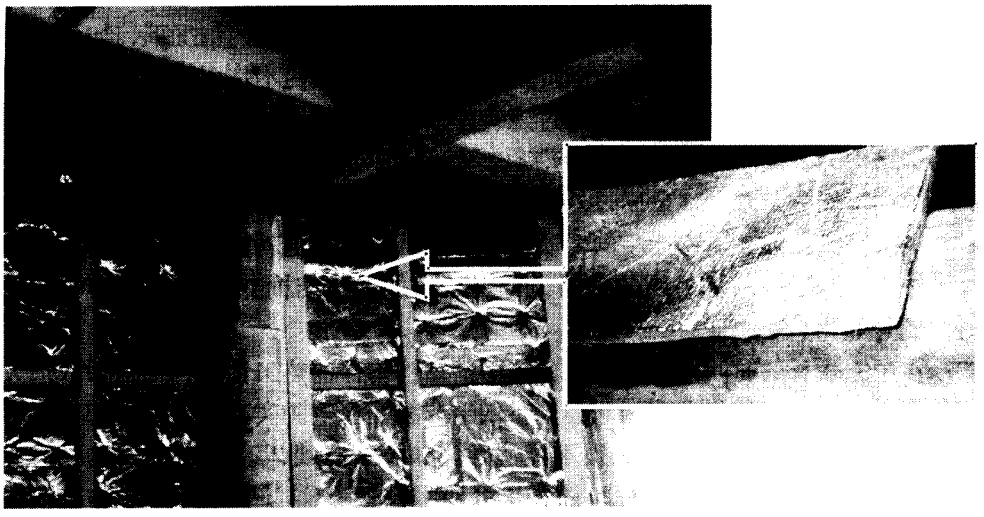
1020mm。普通钢筋混凝土的墙体的热工性能就更不行。因此加大构件厚度并不是好方法，比较好的是在符合强度要求的建筑物的外围护结构的基层构件上直接复合或者附加热工性能良好的材料，或者是根据热量转移的基本原理，综合建筑的防水、饰面等其他要求，对建筑外围护结构的构造层次和构造做法进行良好的安排及设计，以提高其整体的热工效能。当然所选用的保温材料及材料厚度，应先经过热工计算。图 4-9-1-1 所示的是处于半室外状态下的一个报告厅的外墙做



(a)



(b)



(c)

图 4-9-1-1　某复合墙体外墙保温实例

(a) 某复合墙体外墙内骨架系统；(b) 某复合墙体外墙金属板外墙面；

(c) 某复合墙体外墙保温材料设置状况

法。其外墙板采用彩钢板（导热系数甚高）；内墙板为纸面石膏板。保温做法是利用两层墙板间的空隙安装带有铝箔反射面的岩棉保温材料。这样室内热量在向外传递的过程中通过纸面石膏板后经导热性甚小的不流动的空气介质的作用，减少了流失，然后再经过铝箔的反射以及通过热阻较大的松软材料时，传递速度明显减缓，可以达到较好的保温效果。

不过，建筑物的外围护结构的构造往往也不是像这样由单一类型就能够解决的。一般说来，屋面构件较为单纯，而建筑的外墙就比较复杂。例如在建筑物的外墙面上，首先总要开门开窗。门窗在开启时，会让室内外的空气对流，从而产生热量的交换；在闭合时，由于采光的需要，同时也会让大量太阳的辐射热传入室内。而且，由于门窗所采用的材料通常较薄，传热阻又较小，再加上经门窗缝中空气的对流传热，使得门窗成为建筑外围护结构中传热最敏感、需要进行特殊处理的部位。据有关方面调查发现，在北方冬季采暖的建筑物中，窗户的传热耗热量加上其空气渗透耗热量，可以占到全部耗热量的一半甚至更多。此外，由于所采用建筑结构体系的不同，处于建筑外墙墙体上各个部位上的构件也有所不同。例如混合结构的建筑，墙体上除了砌体材料外，还会有钢筋混凝土的圈梁和构造柱；框架结构的建筑则更是如此，除了钢筋混凝土或者钢的柱和梁外，还会填充有各种其他材料做的构件。这些材料分别有着不同的导热系数。这样，在建筑外围护结构中，就会存在某些局部，是易于传热的热流密集的通道，被称为“热桥”。有鉴于此，目前的相关规范规定对外墙的热工性能采用平均传热系数的概念来讨论，即将组成外墙的各种材料所具有的导热系数与该种材料做成的构件的垂直于热流方向的表面积的乘积之和去除以外墙的总的表面积，得到的平均导热系数被认为更能够接近真实情况。这种加权平均的概念其实反映了要求对建筑外围护结构上的各个部分给予全面的关注以及综合性的考虑。尤其是对建筑的“热桥”的部分，应当进行加强处理，否则通过这些部分所进行的室内外的热交换就有可能使整个外围护结构的热工效能大打折扣。这是在进行建筑外围护结构热工性能设计时所必须加以注意的。

9.1.2　水汽对建筑热工性能的影响

空气中含有水蒸汽。处于不同的温度下的空气，其中所能含的水蒸汽的质量是不同的。温度越低，能够含水蒸汽的量就越少。因此，当空气的温度下降时，如果其中水蒸汽的含量达到了相对饱和，多余的水蒸汽就会从空气中析出，在温度较低的物体表面凝结成冷凝水，这个现象叫做结露。结露时的临界温度被称为露点温度。

由于建筑物外围护结构的两侧存在温差，当室内外空气中的水蒸汽含量不相等时，水蒸汽分子会从压力高的一侧通过围护结构向压力低的一侧渗透。在此过程中，如果温度达到了露点温度，在外围护结构之中就有可能出现结露的现象，

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

这时材料就受潮。结露现象如发生在保温层中，因为水的导热系数远比干燥的空气要高，这样就会降低材料的保温效果。如果水汽不能够被排出，就可能使材料发生霉变，影响使用寿命。在冬季室外温度较低的情况下，如果水汽进而受冻结冰，体积膨胀，就会使材料的内部结构遭到破坏，称为冻融性破坏。因此，在对建筑物的外围护结构进行热工设计时，不能不考虑水汽的影响。其基本原则一是要阻止水汽进入保温材料内，二是要安排通道以使进入建筑外围护结构中的水汽能够排出。其具体做法视材料的内部结构而定。如果材料内部的孔隙相互间不连通，或者表面具有自防水的功能可以阻止水或水汽进入，就可以不做任何处理。否则应该在温度较高的一侧先设置隔蒸汽层，使水汽不能够进入材料内部，同时将受阻隔的水汽排出到围护结构外。在以下部分关于建筑屋面及外墙面的保温构造的讨论中，将进行具体的分析。

9.2　建筑外围护结构保温构造

9.2.1　建筑屋面保温构造

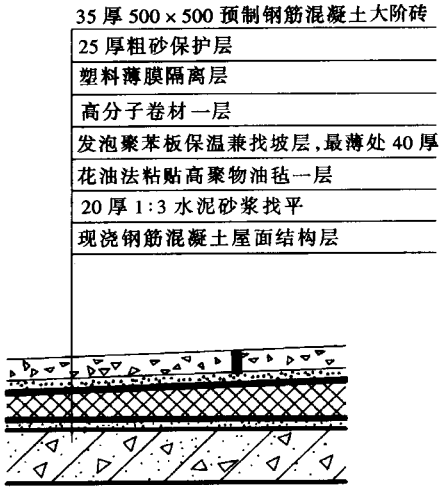
常用的屋面保温材料从形式上可以分为板材、块材、卷材和散料。其中板材有憎水性水泥膨胀珍珠岩保温板、发泡聚苯乙烯保温板、挤塑型（或称挤压型）聚苯乙烯保温板、硬质和半硬质的玻璃棉或岩棉保温板；块材有水泥聚苯空心砌块等；卷材有玻璃棉毡和岩棉毡等；散料有膨胀珍珠岩、发泡聚苯乙烯颗粒等。其中挤塑型聚苯乙烯保温板因为表面结构全部封闭，不透水，所以可以不考虑防水的问题。其余材料用作保温层时大多需要采取防水及隔蒸汽的措施。所以，根据材料的特点，保温材料在屋面上的放置层次可以选择：

1. 保温层放置在屋面结构层与防水层之间，下设隔蒸汽层

这是最普通的做法。大部分不具备自防水性能的保温材料都可以放在屋面的这个位置上。由于保温层下设隔蒸汽层，来自室内温度较高处的水蒸汽在到达保温层之前被隔蒸汽层隔离。同时，处于最上层的屋面防水层又保护了保温材料，使其不会受到雨水的侵袭。

在图4-9-2-1（a）所示的例子中，用作隔蒸汽层的高聚物油毡用花油法粘贴，使得被阻的蒸汽能够在粘结材料的空隙间有流动的通道，可以从例如图4-9-2-1（b）所示的分仓缝中预留的排汽孔中排出。这是一种在隔蒸汽层下留有透气层的方法。像这样留透气层的方法还有很多。例如可以在图示的找平层位置之下先铺一层波形瓦垫空，或者先用垫块架起一层混凝土薄板，在上面经水泥砂浆找平后再粘贴隔蒸汽层材料。如果担心隔蒸汽层材料老化会影响到保温层的性能，还可以在保温层上设架空通风层，相当于在保温层中设透气层。例如某节能试点工程将价格较为低廉的膨胀珍珠岩散料装在塑料袋中密封作为屋面保温层。塑料

袋既将散料归拢在一起，又起到了隔蒸汽层的作用。在其上面有用加气混凝土块垫起来的钢筋混凝土薄板，中间还留有 50mm 左右的空气间层，可以使蒸汽不至于在塑料袋的表面结露。



(a)



(b)

图 4-9-2-1　在屋面结构层与防水层之间设保温层

(a) 设在屋面结构层与防水层之间的保温层构造；(b) 在屋面分仓缝中预留排汽孔

图 4-9-2-1 (a) 中的保温层如果不兼作为找坡层，也可以先在找平层之下用轻集料的混凝土找坡，则保温层可以做成统一的厚度。

2. 保温层放置在屋面防水层之上

只有具有自防水功能的保温材料才可以使用这种构造方法，例如挤塑型聚苯乙烯板。由于保温层铺设在屋面防水层之上，防水层不会受到阳光的直射，而且温度变化幅度较小，对防水层有很好的保护作用。这种做法因为有别于将保温层放在防水层之下的习惯做法，所以又被称为“倒铺屋面”。但保温层处于最上层时容易遭到破坏，所以应该在上面再做保护层。图 4-9-2-2 是采用这种做法的卷材防水平屋面的构造层次的示意图。图 4-9-2-3 是采用同种方法做的现浇钢筋混凝土坡屋面的构造示意图。图中为了防止保温材料下滑，从屋面基层中预留了插筋以固定保温板。图 4-9-2-4 所示的也是防止坡屋面上倒置的保温材料下滑的构造做法。因为雨水有可能从瓦缝中渗入到卷材防水层面上，所以在檐口高起的挡台上留有泄水口。

3. 保温层放置在屋面结构层之下。

在顶层屋面板底下做吊顶的建筑物中，屋面保温层也可以直接放置在屋面板底或者板底与吊顶之间的夹层内。

图 4-9-2-5 所示的是在结构板底直接粘贴硬质或者半硬质的带反射铝箔的岩

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

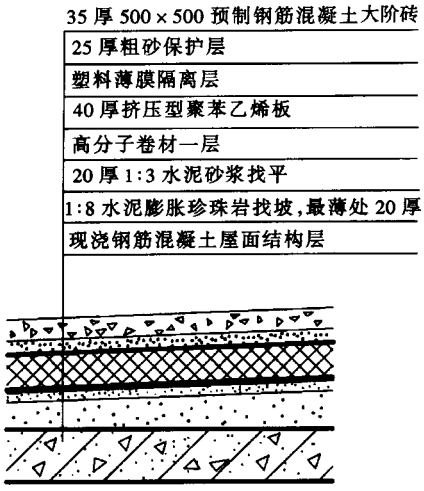


图4-9-2-2　“倒铺屋面”保温构造

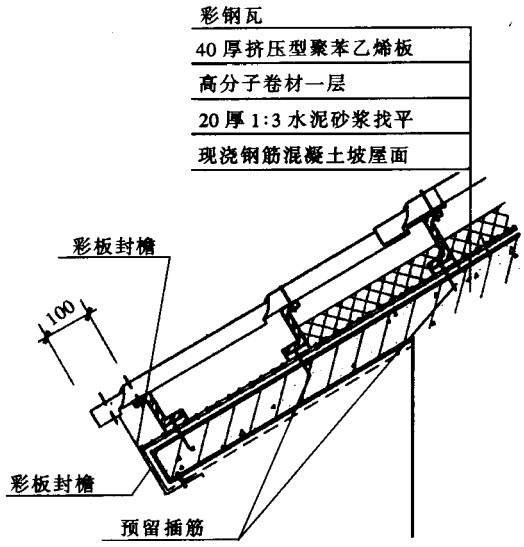


图4-9-2-3　在现浇钢筋混凝土坡屋面上设保温层（一）

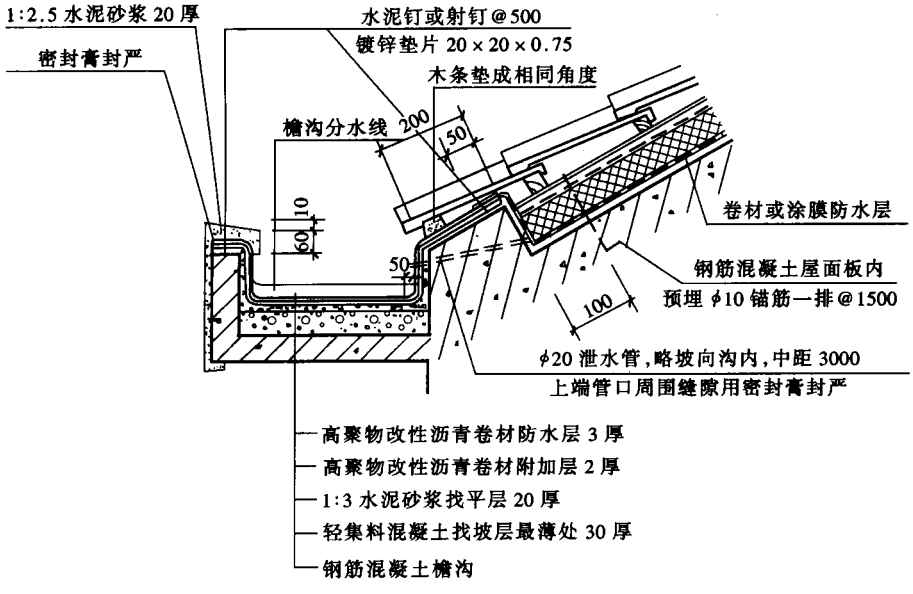
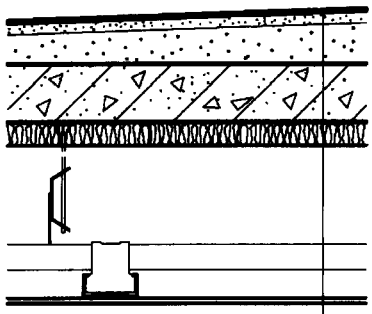
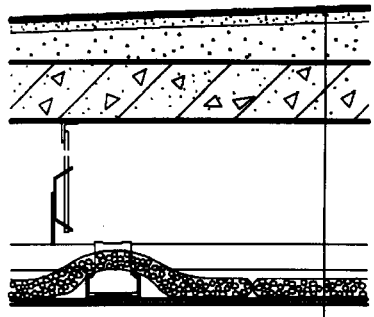


图4-9-2-4　在现浇钢筋混凝土坡屋面上设保温层（二）



高分子卷材一层,银色反光涂料二道
20 厚 1:3 水泥砂浆找平
1:8 水泥膨胀珍珠岩找坡,最薄处 20 厚
现浇钢筋混凝土屋面结构层
25 厚半硬质带反射铝箔的岩棉保温层
轻钢龙骨
1.2 厚纸面石膏板

图 4-9-2-5　在屋面结构板底粘贴保温材料



高分子卷材一层,银色反光涂料二道
20 厚 1:3 水泥砂浆找平
1:8 水泥膨胀珍珠岩找坡,最薄处 20 厚
现浇钢筋混凝土屋面结构层
轻钢龙骨
30 厚塑料袋封装膨胀珍珠岩保温层
1.2 厚纸面石膏板

图 4-9-2-6　在吊顶面上铺设保温材料

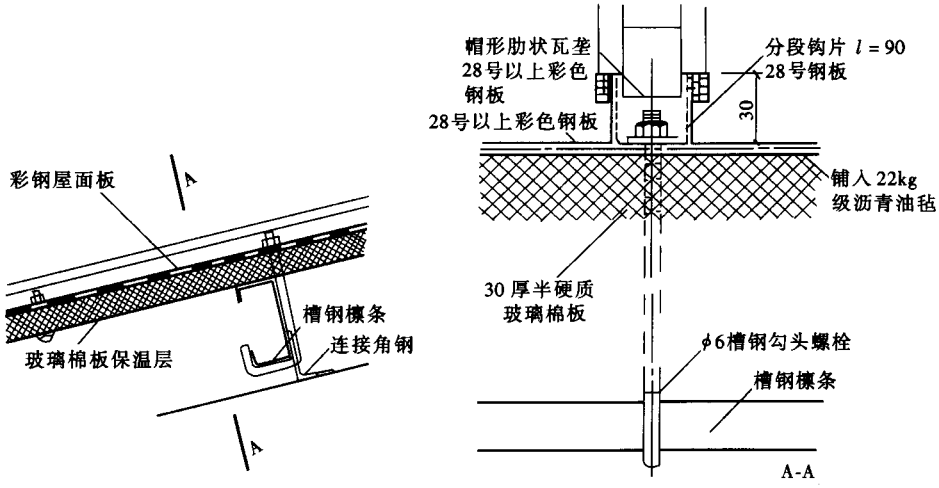


图 4-9-2-7　在钢结构建筑檩条与屋面板之间设保温层

棉保温层的屋顶保温构造示意图，其工作机理与图 4-9-2-1 所示的保温构造原理是相类似的。图 4-9-2-6 所示的是将袋装保温散料搁在吊顶面板之上的例子。除了袋装散料之外，保温板材、卷材等都可以像这样铺放在吊顶面板上面。不过吊顶与屋面板底之间的夹层最好有透气孔，可以将蒸汽排出。虽然这样会使夹层空

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



图 4-9-2-8　钢结构用保温棉毡样品

间变得不闭合，夹层中的空气不能作为不流动的空气来考虑其保温效果，但却能够令保温材料保持干燥。在夏热冬冷的地区，这样的构造还能够兼顾夏季隔热。

在使用压型钢板作为屋面板的钢结构建筑中，在屋面板下放置成品的保温棉板或棉毡也是使用最为广泛的保温构造方法。保温面板或棉毡可以架设在檩条上面（图 4-9-2-7）。图 4-9-2-8 是一种可用于钢结构的保温玻璃棉毡的产品样本。

9.2.2　建筑外墙面保温构造

用于屋面保温的材料大多可以用在建筑外墙的保温上，不过保温层与基层墙体的连接方法与屋面有较大的区别，因为基层墙体在大多数情况下不可能像屋面那样托着保温层，而且还有诸多变形因素会作用在外墙上。所以做在墙面上的保温层与主体的连接构造显得格外重要。此外，由于外墙对于饰面的要求往往比屋面高，饰面材料与保温材料以及隔蒸汽层、防水层等构造层次之间的排列顺序、连接方法等，都需要综合考虑安全、美观、方便等诸多因素。因此，归纳起来，建筑外墙面的保温层构造应该能够满足：

（1）适应基层的正常变形而不产生裂缝及空鼓；

（2）长期承受自重而不产生有害的变形；

（3）承受风荷载的作用而不产生破坏；

（4）在室外气候的长期反复作用下不产生破坏；

（5）罕遇地震时不从基层上脱落；

（6）防火性能符合国家有关规定；

（7）具有防止水渗透的功能；

（8）各组成部分具有物理——化学稳定性，所有的组成材料彼此相容，并具有防腐性。

图 4-9-2-9 以空心砌块的砌体墙为例，列出了保温层在建筑外墙上面与基层墙体的相对位置。它们分别是：保温层设在外墙的内侧，称作内保温；设在外墙的外侧，称作外保温；设在外墙的夹层空间中，称作中保温。以下将就这三种情况下常用的外墙保温构造方法，结合对“热桥”部分的处理，分别加以介绍。

1. 外墙内保温构造

做在外墙内侧的保温层，一般有以下几种构造方法：

（1）硬质保温制品内贴

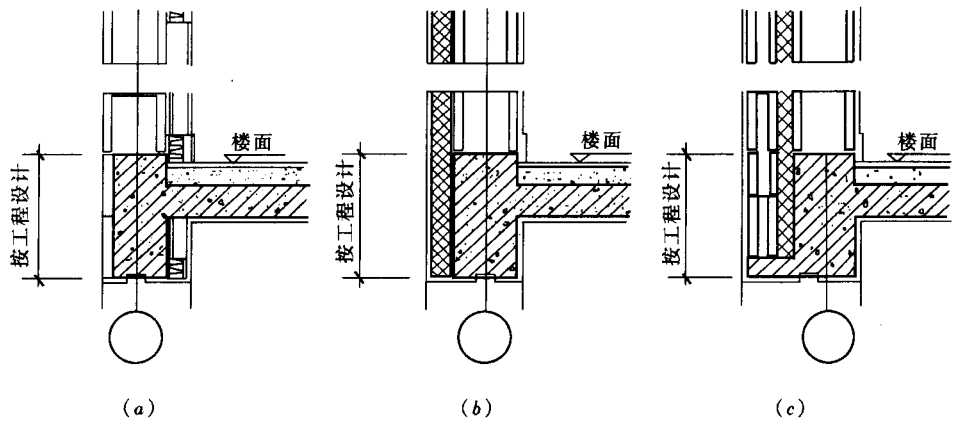


图 4-9-2-9　外墙保温层设置位置示意图

（a）外墙内保温层；（b）外墙外保温层；（c）外墙中保温层

具体做法是在外墙内侧用胶贴剂粘贴增强石膏聚苯复合保温板等硬质建筑保温制品，然后在其表面抹粉刷石膏，并在里面压入中碱玻纤涂塑网格布（满铺），最后用腻子嵌平，做涂料（图 4-9-2-10）。

由于石膏的防水性能较差，因此在卫生间、厨房等较潮湿的房间内不宜使用增强聚苯石膏板。

（2）保温层挂装

具体做法是先在外墙内侧固定衬有保温材料的保温龙骨，在龙骨的间隙中填入岩棉等保温材料，然后在龙骨表面安装纸面石膏板（图 4-9-2-11）。岩棉如果是采用卷材，石膏板板面处理详见本书有关面层构造的章节。

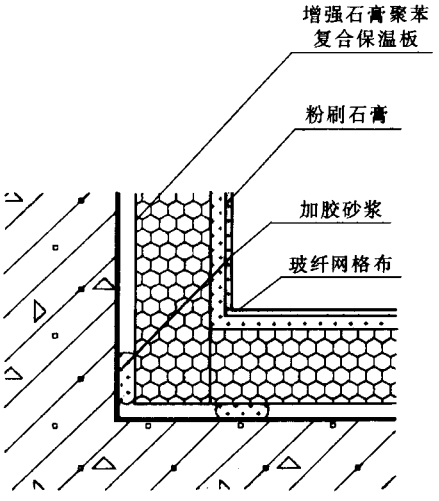


图 4-9-2-10　外墙硬质保温板内贴

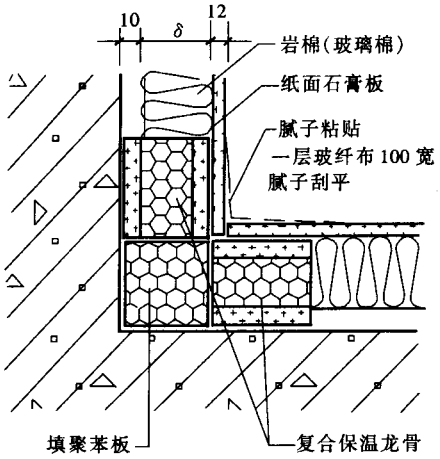


图 4-9-2-11　外墙保温层挂装

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

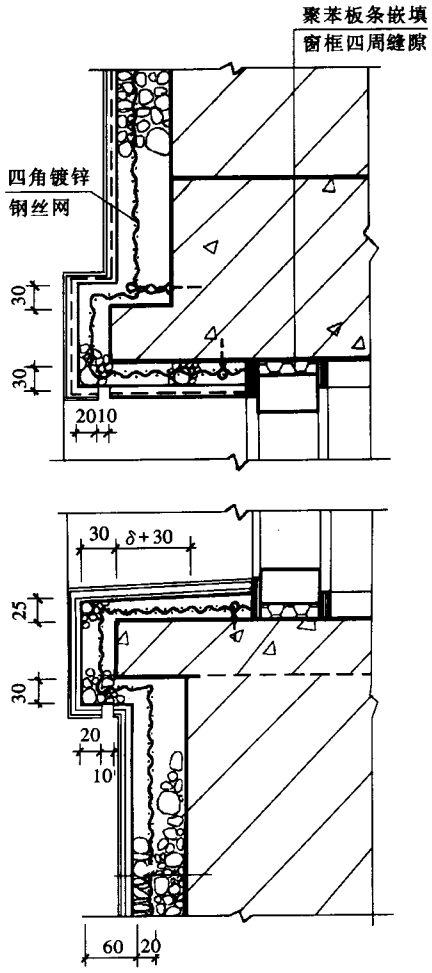


图 4-9-2-12　外墙保温砂浆外粉刷

外墙内保温的优点是不影响外墙外饰面及防水等构造的做法，但需要占据较多的室内空间，减少了建筑物的使用面积，而且用在居住建筑上，会给用户的自主装修造成一定的麻烦。

2. 外墙外保温构造

外墙外保温比起内保温来，其优点是可以不占用室内使用面积，而且可以使整个外墙墙体处于保温层的保护之下，冬季不至于产生冻融破坏。但因为外墙的整个外表面是连续的，不像内墙面那样可以被楼板隔开。同时外墙面又会直接受到阳光照射和雨雪的侵袭，所以外保温构造在对抗变形因素的影响和防止材料脱落，以及防火等安全方面的要求更高。

常用外墙外保温构造有以下几种：

（1）保温浆料外粉刷

具体做法是先在外墙外表面做一道界面砂浆，然后粉胶粉聚苯颗粒保温浆料等保温砂浆。如果保温砂浆的厚度较大，应当在里面钉入镀锌钢丝网，以防止开裂（但满铺金属网时应有防雷措施）。保护层及饰面用聚合物砂浆加上耐碱玻纤布，最后用柔性耐水腻子嵌平，涂表面涂料（图 4-9-2-12）。

在高聚物砂浆中夹入玻纤网格布是为了防止外粉刷空鼓、开裂。注意玻纤布应该做在高聚物砂浆的层间，而不应该先贴在聚苯板上，其原理与应当将钢筋埋在混凝土中制成钢筋混凝土，而不是将钢筋附在混凝土表面是一样的。其中保护层中的玻纤布在门窗洞口等易开裂处应加铺一道，或者改用钉入法固定的镀锌钢丝网来加强。

（2）外贴保温板材

用于外墙外保温的板材最好是自防水及阻燃型的，如阻燃性挤塑型聚苯板和聚氨酯外墙保温板等，可以省去做隔蒸汽层及防水层等的麻烦，又较安全。而且外墙保温板粘结时，应用机械锚固件辅助连接，以防止脱落。一般挤塑型聚苯板需加钉 4 个钉/m^2；发泡型聚苯板需加钉 1.5 个钉/m^2。此外，出于高层建筑进一步的防火方面的需要，在高层建筑 60m 以上高度的墙面上，窗口以上的一截保温应用矿棉板来做。

外贴保温板材的外墙外保温构造的基本做法是:用粘结胶浆与辅助机械锚固方法一起固定保温板材,保护层用聚合物砂浆加上耐碱玻纤布,饰面用柔性耐水腻子嵌平,涂表面涂料(图 4-9-2-13)。

图 4-9-2-14 还介绍了一种将结构构件和保温、装饰一体化设计的方法。图中的挤塑型聚苯板被做成可以插接的模板，装配后在里面现浇钢筋混凝土墙板。调整跨越内外两层模板的塑料固定件的型号，还可以按照结构要求改变钢筋混凝土墙体的厚度。同时，固定件插入聚苯模板中的部分又可以作为墙筋来固定内外装饰面板。这种构造虽然材料费用较高，但工业化程度高，施工方便，可以节省大量现场人工，保温效果也非常好。

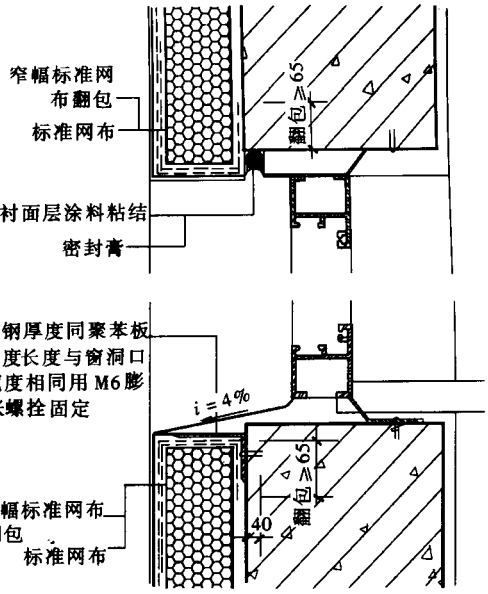


图 4-9-2-13　外墙硬质保温板外贴

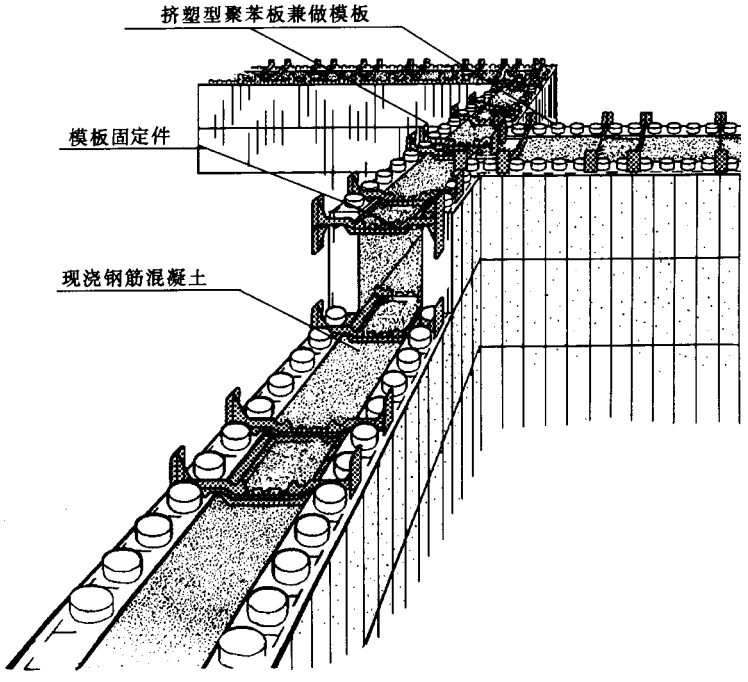


图 4-9-2-14　保温层及现浇混凝土外墙组合

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

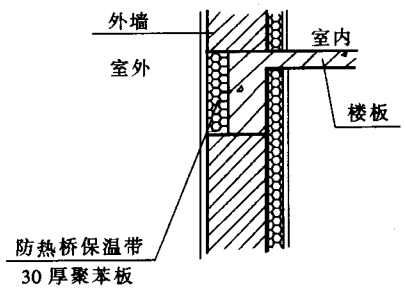


图 4-9-2-15　外墙热桥部位保温层加强处理

对于例如砌体墙上的圈梁、构造柱等热桥部位，可以利用砌块厚度与圈梁、构造柱的最小允许截面厚度尺寸之间的差，将圈梁、构造柱与外墙的某一侧做平，然后在其另一侧圈梁、构造柱部位墙面的凹陷处填入一道加强保温材料，如聚苯保温板等，厚度以与墙面做平为宜(图 4-9-2-15)。当加强保温材料做在外墙外侧时，考虑适应变形及安全的因素，聚苯保温板等应该用钉加固。

(3) 外加保温砌块墙

这种做法适用于低层和多层的建筑，可以全部或局部在结构外墙的外面再贴砌一道墙，砌块选用保温性能较好材料来制作，例如加气混凝土砌块、陶粒混凝土砌块等。

图 4-9-2-16 是某多层节能试点工程住宅所采用的外墙保温构造。其承重墙用粉煤灰砖砌筑，不承重的外纵墙用粉煤灰加气混凝土砌块砌筑，在山墙的粉煤灰砖砌体外面再贴砌一道加气混凝土砌块墙。两层砌体之间的拉结可以通过在砌块的灰缝中伸出锚固件来解决。

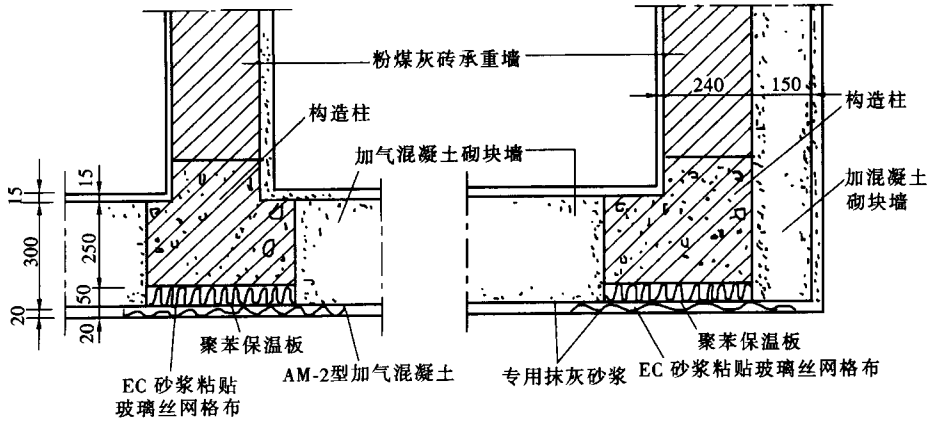


图 4-9-2-16　外墙外贴保温砌块墙

3. 外墙中保温构造

在按照不同的使用功能设置多道墙板或者做双层砌体墙的建筑物中，外墙保温材料可以放置在这些墙板或砌体墙的夹层中，或者并不放入保温材料，只是封闭夹层空间形成静止的空气间层，并在里面设置具有较强反射功能的铝箔等，起到阻挡热量外流的作用。

图 4-9-2-17 是在基层外墙板与装饰面板之间的夹层中铺钉保温板的实例。类似这样的做法，保温板可以在现场安置，也可以预先在工厂叠加在基层板上后，

再运到现场安装。由于在两层墙板之间的连接件处存在热桥，可以在节点处喷发泡聚氨酯，这样同时堵塞了连接件处的螺栓孔洞，防水的效果也很好。如果在基层板上不放保温板，完全用约 20～30mm 的发泡聚氨酯来代替它，不但保温效果不会受影响，基层板缝也可不用做特殊的防水处理，是整体处理的好方法。

图 4-9-2-18 是在双层砌块墙体的中间夹层中放置保温材料的例子。

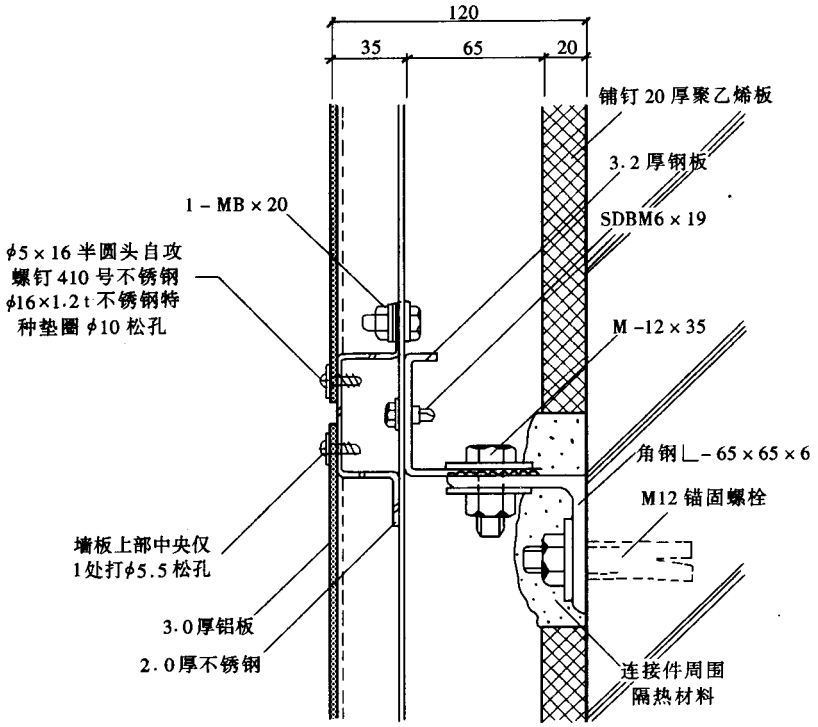


图 4-9-2-17　双层外墙板中保温实例一则

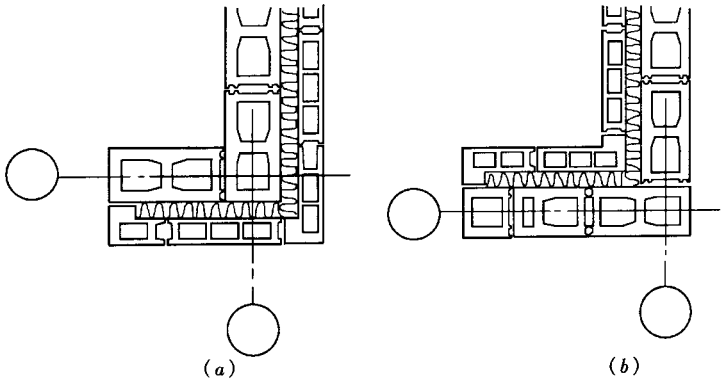


图 4-9-2-18　双层砌体墙中保温层做法示意

(a) 复合砌体墙在承重墙外；(b) 复合砌体墙在承重墙内

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

9.2.3　建筑外门窗保温构造

门窗的构造虽然在本书的有关章节里已经作了介绍，但鉴于门窗是建筑外围护结构的保温、隔热的重点部位，所以在此需要再次强调加强门窗缝的气密性以及选择具有良好热工性能的门窗材料的重要性。这个问题对于大面积的玻璃幕墙来说一样重要。

近年来我国在改进门窗的热工性能方面的研究主要集中在开发门窗的密封技术以及门窗的细部构造方面。

图4-9-2-19所示的是国外生产的一种金属双层玻璃窗的实例。其主要的构造特点是：

(1) 虽然采用导热系数大的金属作为窗框材料，但是在断面的设计方面做了三道空腹，而且中间用聚酰胺隔板做了断热层，能够有效阻挡热量在金属材料中的传导。这是一种比较先进的做法。事实上，金属型材用于门窗框具有工程塑料所无法代替的优点。首先是刚度好，不容易变形，其次是经表面处理后，耐久性及自装饰的性能也较好。

用塑料来做门窗框虽然导热系数较小，但刚度不够，如果不在截面空腹部位填入型钢，框料本身就很容易变形。但填入的型钢不容易互相连接，使得塑钢窗仍然容易变形，而且塑钢窗一般框料截面较大，影响采光面积，也不够美观。

在大片的玻璃幕墙上，至今仍然无法用工程塑料来代替金属材料。所以像图4-9-2-19所示的这样的门窗框截面构造技术，可以同样使用在玻璃幕墙上。

(2) 在门窗可开启部分与门窗框之间，有很好的密封条，可以保证使用时的气密性。

(3) 采用双层中空玻璃，并在中间充入惰性气体。这样一来，通过玻璃流失的热量就会大大减少。

事实上，经过有关部门的测试和研究，双层单玻窗的保温效果不如单层单框双玻窗的保温效果来得好。主要是因为双玻窗能够发挥两层玻璃之间密封间层的作用，而双层窗之间的间层难以做到密封，对热流的阻挡作用就有限。

对门窗玻璃的热工性能，还有其他许多可以改变的方法。例如可以在玻璃表面根据需要涂上各种具有反射或折射作用的涂层，或者在双层玻璃之间夹入各种片状或栅格状的小构件等等，这样，太阳光的辐射热以及室内用人工方法得到的热量通过玻璃流入流出的程度和角度就可以得到控制。由于这项技术比较专业，在此不展开讨论。但像这样综合材料特性以及构造和加工技术来开发产品的做法，是当前发展的方向。

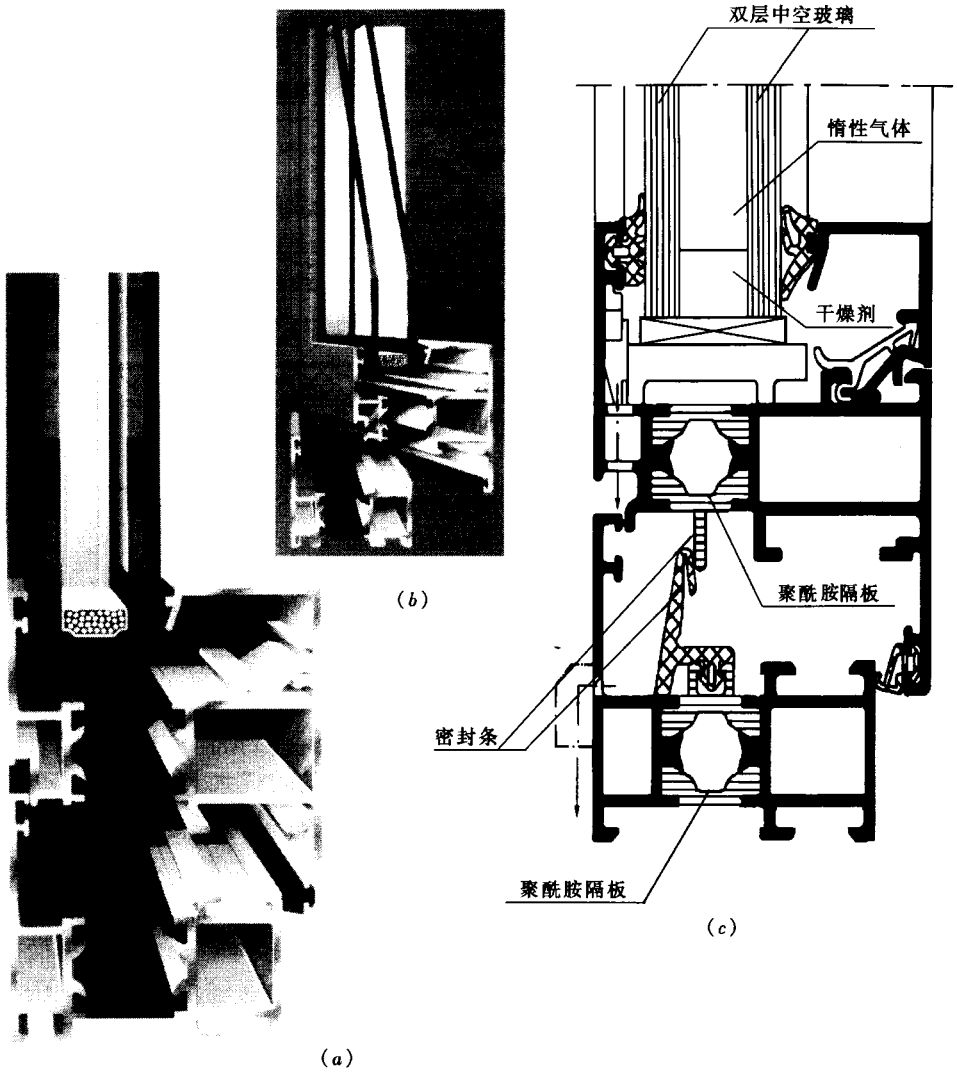


图 4-9-2-19　保温金属窗实例

(a) 闭合状态；(b) 开启状态；(c) 内部结构构成

9.2.4　建筑地面保温构造

在严寒和寒冷地区，建筑底层室内如果采用实铺地面构造，则对于直接接触土壤的周边地区，也就是从外墙内侧算起 2.0m 的范围之内，应当作保温处理。其构造做法可以参照图 4-9-2-20。

此外，如果底层地面之下还有不采暖的地下室，则地下室以上的底层地面应该全部作保温处理。保温层除了放在底层地面的结构面板与地面的饰面层之间之

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

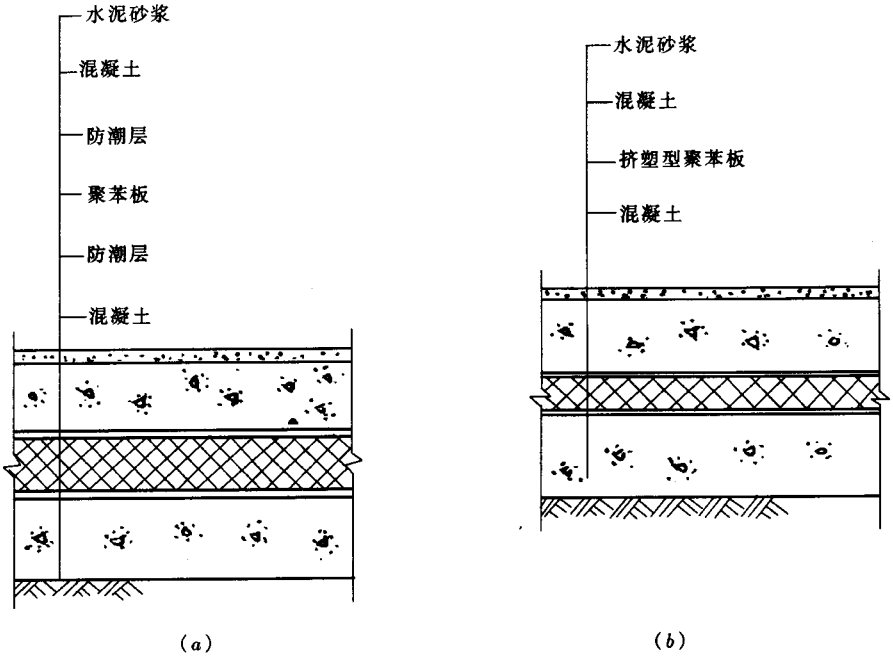


图 4-9-2-20　地面保温构造示意图

（a）地面保温层构造（1）；（b）地面保温层构造（2）

外，还可以考虑放在底层地面的结构面板，即地下室的顶板之下。不过实际工程中要这样做需先分析保温层的设置到底与板底的各种管道的架设会有多少相互影响，施工是否方便，是否有利于管道的检修，是否符合相关的防火规范，等等，权衡利弊，再做决定。读者可以自行参考本章的相关内容进行探讨，在此不再一一赘述。

9.3　建筑外围护结构隔热构造

需要采取隔热措施的建筑物，其热源主要来自太阳光的辐射热。不同于采暖建筑希望通过阳光的辐射热来取得热能，需要隔热的建筑物正相反，希望能够将一部分来自阳光的热能挡在室外，这除了可以在门窗玻璃上镀反射膜，或者在外墙上用浅颜色的饰面材料来反射掉部分辐射热，以及在门窗洞口上方做遮阳板以遮挡部分太阳的直射光外，在外围护结构表面设置通风的空气间层，利用层间通风，带走一部分热量，使屋顶或外墙变成两次传热，以减低传至外围护结构内表面的温度，是最为有效的方法（图 4-9-3-1）。

虽说贴保温材料也能够阻止来自室外的热量向室内流动，但保温层不透气，容易使人在室内觉得比较闷热，所以透气性对于夏季炎热地区的建筑仍然很重

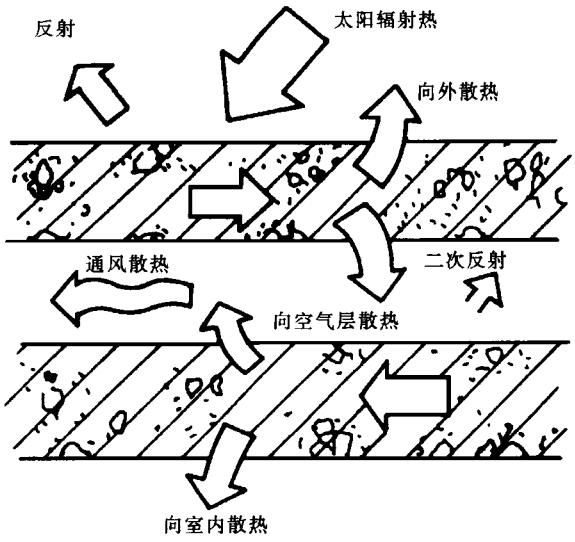


图 4-9-3-1　通风隔热原理示意图

要，除非是属于夏热冬冷地区，需要兼顾冬季保温，否则不应该考虑用保温材料来隔热。

在本书第 4 篇第 3 章和第 4 章的内容中，我们已经介绍过了某些建筑是怎样利用外墙基层构件与装饰面板之间的空隙来形成通风间层的，我们还介绍过某些建筑是怎样通过安装带有可以启闭的通风口的双层玻璃幕墙，使得整个幕墙变得“可呼吸”，而且夏季有利于隔热，冬季有利于保暖，这些都是提高外墙隔热性能的好方法，本节将着重介绍建筑屋面的隔热构造方法。

在建筑物的屋面部分设通风间层可以有两个较为合适的位置。一个是放在屋面的面层之上，另一个是放在顶层房间的顶板与吊顶之间。

图 4-9-3-2 所示的是在平屋面上设置通风间层的最简单的方法。一般做法是用砖或其他小型砌块砌成墩状或者带状的支座，在上面放置钢筋混凝土的小型薄板。其中带形支座的通风效果较好。因为其间的开口部位如果是迎向夏季主导风向的话，一条条狭窄的管状通道有利于引风，并能够起到加大风速的作用，对迅速带走热量有好处。而墩状的支座虽有可能节省了一些材料，但风在其间容易形成紊流，通风隔热的效果反而会受到影响。

在做屋面架空隔热层时应该注意，在有女儿墙的屋顶上，隔热层面上的顶板应离开女儿墙一段距离，否则自然风很难进入到其下部的间层中去。此外，当房屋进深大于 10m 时，在隔热层的中间部位需要设引风口，以加强通风的效果(图 4-9-3-3)。

在做屋面通风隔热层时，如果有条件在靠近屋面的一侧设置反射铝箔，使反射面对着热流方向的话，总体的隔热效果将会提高。其工作原理可参考

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

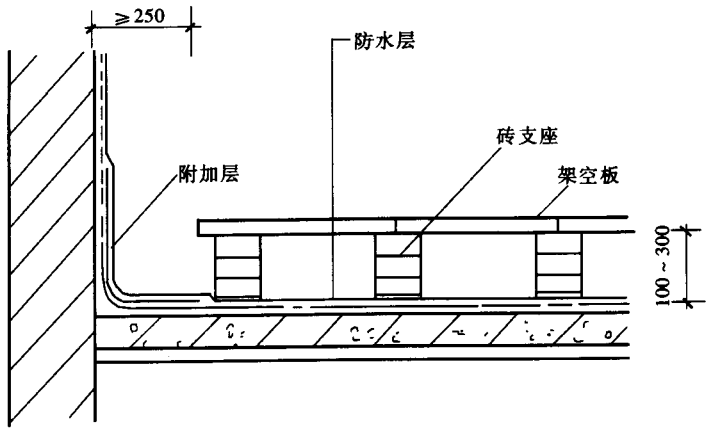


图 4-9-3-2　平屋面架设通风隔热层构造示意

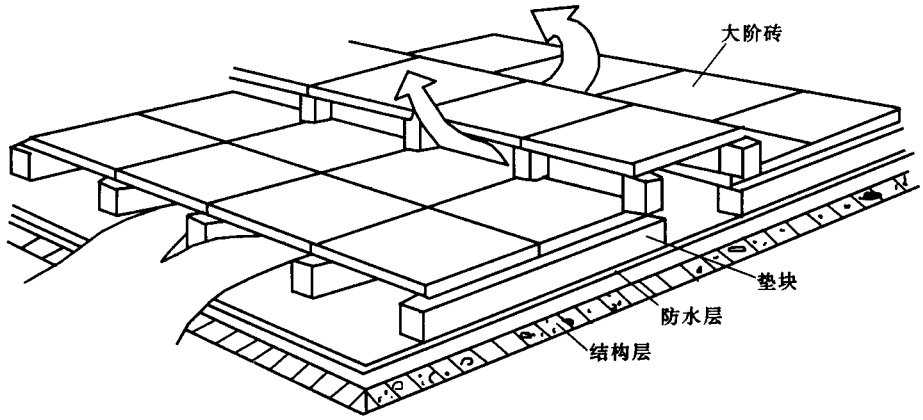


图 4-9-3-3　平屋面架设通风隔热层构造示意图

图 4-9-3-4。

近年来我国有些城市对许多平屋顶的旧住宅楼进行了“平改坡”的改造。在原有的平屋顶之上又架起了一个用轻钢屋架、木屋面板、钢板瓦、油毡瓦等制作的轻型坡屋顶。这样一方面可以解决老房子屋顶防水层年久失修所造成的麻烦，另一方面相当于在原有屋面上添加了一个空气间层。为了达到通风隔热的目的，新加的坡屋面往往采用仿气楼的方式来安装通风百页（图 4-9-3-5）。

至于屋盖系统本来就采用坡屋顶形式的建筑物，其顶层隔热的通风间层大多设在屋面板与顶层室内吊顶之间。为了取得通风的效果，外墙如有山墙的话，通常可以在山墙靠近屋顶的位置上做通风百页。四坡顶的建筑外墙上没有山尖，传统的做法是在屋面的挑檐部分的底部吊顶位置上用钢丝网做通风口。现浇的四坡顶屋面板无法在挑檐部分做通风口，有条件的可以在顶层圈梁以下留出洞口，但

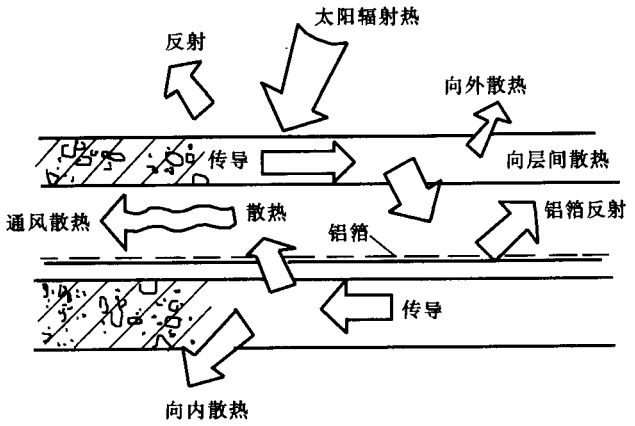


图 4-9-3-4　通风隔热层中加入反射铝箔的工作原理示意



图 4-9-3-5　“平改坡”工程用仿气楼的方式通风

这样吊顶所占据的空间较大，不够经济，可以用在坡屋面上做气楼的办法解决。

除了设通风间层之外，淋水屋面、种植屋面也有良好的隔热作用。

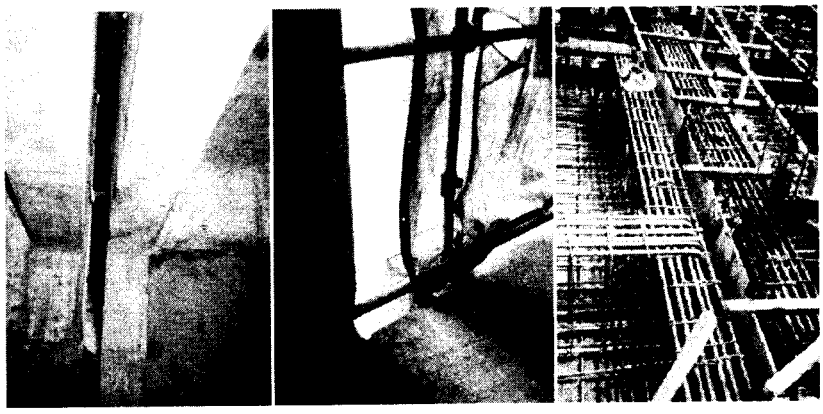
淋水屋面是在屋面上系统地安装排列水管和喷嘴，在炎热的高峰时段喷水，利用水雾形成折射，并通过水蒸发从周围的空气中吸取热量，以减少屋面对热量的吸收。

种植屋面上种植的植物对屋面可以有遮荫的效果，防止阳光的直射。而且种植土应当处于潮湿状态，其中水分的蒸发也能够带走部分热量。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第 10 章　建筑变形缝构造

昼夜温差、不均匀沉降以及地震可能引起的变形，如果足以引起建筑物结构的破坏，就应该在变形的敏感部位或其他必要的部位预先将整个建筑物沿全高断开（图 4-10-0-1），令断开后建筑物的各部分成为独立的单元，或者是划分为简单、规则、均一的段，并令各段之间的缝达到一定的宽度，以能够适应变形的需要，这就是变形缝。



（a）　　（b）　　（c）

图 4-10-0-1　设变形缝处建筑物断开的情况

（a）结构梁柱分别独立设置；（b）楼板全部断开；（c）基础部分在必要时也断开

对应不同的变形情况，变形缝可以分为：

伸缩缝（温度缝）——对应昼夜温差引起的变形；

沉降缝——对应不均匀沉降引起的变形；

防震缝——对应地震可能引起的变形。

10.1　变形缝设置的要求

10.1.1　伸缩缝（温度缝）设置的要求

伸缩缝的设置，需要根据建筑物的长度、结构类型和屋盖刚度以及屋面有否设保温或隔热层来考虑。其中，建筑物长度主要关系到温度应力累积的大小；结

构类型和屋顶刚度主要关系到温度应力是否容易传递并对结构的其他部分造成影响；有否设保温或隔热层则关系到结构直接受温度应力影响的程度。表 4-10-1-1 和表 4-10-1-2 给出了具体的数据。

因为建筑物受昼夜温差引起的温度应力影响最大的部分是建筑物的屋面，越向地面影响越小，而建筑物的基础部分埋在土里，温度比较恒定，不容易受到昼夜温差的影响，所以在设置伸缩缝时，建筑物的基础不必要断开，而除此之外的结构部分应该沿建筑物的全高全部断开。

砌体房屋伸缩缝的最大间距（m）　　**表 4-10-1-1**

砌体类别	屋顶或楼板层的类别		间距
各种砌体	整体式或装配整体式钢筋混凝土结构	有保温层或隔热层的屋顶、楼板层	50
		无保温层或隔热层的屋顶、楼板层	40
	装配式无檩体系钢筋混凝土结构	有保温层或隔热层的屋顶	60
		无保温层或隔热层的屋顶	50
	装配式有檩体系钢筋混凝土结构	有保温层或隔热层的屋顶	75
		无保温层或隔热层的屋顶	60
普通粘土、空心砖砌体	粘土瓦或石棉水泥瓦屋顶 木屋顶或楼板层 砖石屋顶或楼板层		100
石砌体			80
硅酸盐砖、硅酸盐砌块和混凝土砌块砌体			75

注：1. 层高大于 5m 的混合结构单层房屋，其伸缩缝间距可以按表中数值乘以 1.3 采用，但当墙体采用硅酸盐砖、硅酸盐砌块和混凝土砌块砌筑时，不得大于 75m。

2. 温差较大且变化频繁地区和严寒地区不采暖的房屋及构筑物墙体的伸缩缝最大间距，应按表中数值予以适当减少后使用。

钢筋混凝土结构伸缩缝的最大间距（m）　　**表 4-10-1-2**

项　次	结　构　类　型		室内或土中	露　天
1	排架结构	装配式	100	70
2	框架结构	装配式	75	50
		现浇式	55	35
3	剪力墙结构	装配式	65	40
		现浇式	45	30
4	挡土墙及地下室墙壁等类结构	装配式	40	30
		现浇式	30	20

注：1. 如有充分依据或可靠措施，表中数值可以增减。

2. 当屋面板上部无保温或隔热措施时，框架、剪力墙结构的伸缩缝间距，可按表中露天栏的数值选用，排架结构可按适当低于室内栏的数值选用。

3. 排架结构的柱顶面（从基础顶面算起）低于 8m 时，宜适当减少伸缩缝间距。

4. 外墙装配、内墙现浇的剪力墙结构，其伸缩缝最大间距按现浇式一栏数值选用。滑模施工的剪力墙结构，宜适当减小伸缩缝间距。现浇墙体在施工中应采取措施减少混凝土收缩应力。

10.1.2　沉降缝设置的要求

沉降缝的设置，是针对有可能造成建筑不均匀沉降的因素，例如地基土质不均匀、建筑物本身相邻部分高差悬殊或荷载悬殊、建筑物结构形式变化大、新老

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

建筑相邻（或扩建项目）等等，在结构变形的敏感部位，沿结构全高，包括基础，全部断开。这样可以使得结构的各个独立部分能够不至于因为沉降量不同，又互相牵制而造成破坏。

不过，除了设沉降缝以外，不属于扩建的工程还可以用加强建筑物的整体性等方法来避免不均匀沉降（图4-10-1-1）；或者在施工时采用所谓的后浇板带法，即先将建筑物分段施工，中间留出约2m左右的后浇板带位置及连接钢筋，待各分段结构封顶并达到基本沉降量后再浇筑中间的后浇板带部分，以此来避免不均匀沉降有可能造成的影响。但是，这样做必须对沉降量把握准确，或者在建筑的某些部位会因特殊处理而需要较高的投资，因此大量的建筑有必要时目前还是选择设置沉降缝的方法来将建筑物断开。

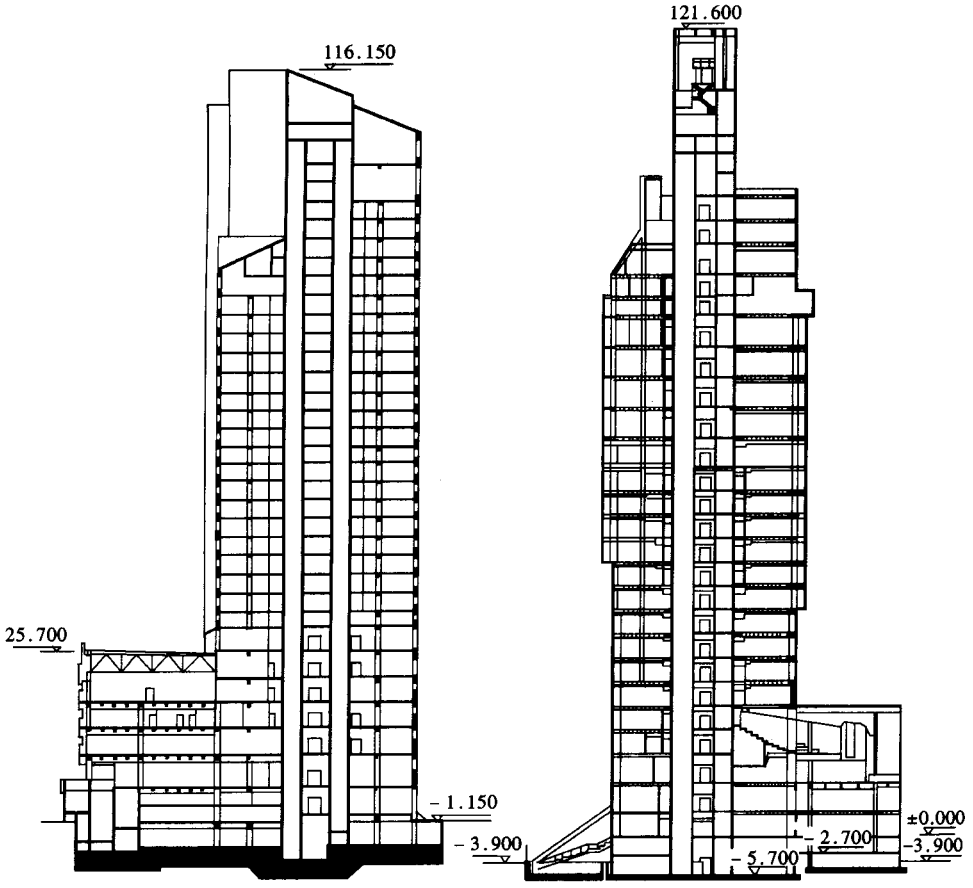


图4-10-1-1　两体型近似的建筑物在高差悬殊处对抗不均匀沉降的不同处理方法

（a）某建筑以2.8m厚的地下室底板来解决高层与裙房之间不设缝的问题

（b）某建筑在高层与裙房之间设有沉降缝

10.1.3　防震缝的设置要求

建筑物的平面如果不规则，或在纵向为复杂体型，地震时就容易产生应力集中，发生破坏。图 4-10-1-2 和图 4-10-1-3 分别比较了对抗震有利和不利的建筑物的简单平面与复杂平面，以及简单体型与复杂体型。除了设计应尽量使建筑平面和体型符合抗震要求外，在建筑物有可能因地震作用而引起建筑物结构断裂的部位，要设抗震缝将建筑物划分为简单、规则、均一的单元。设抗震缝时，建筑物的基础可断开，也可不断开。

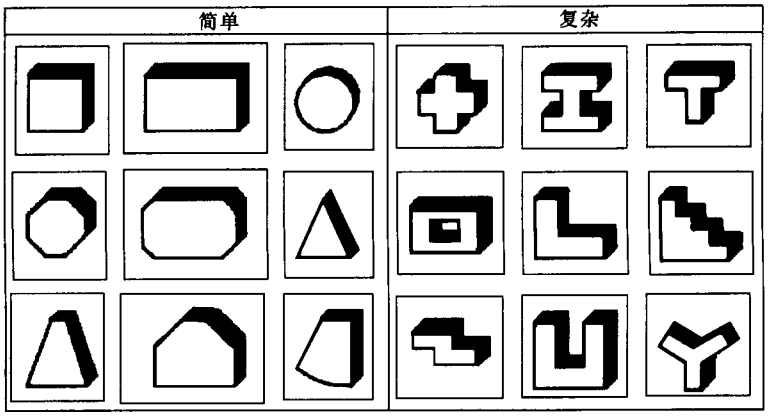


图 4-10-1-2　对抗震有利和不利的建筑物的简单平面与复杂平面的比较

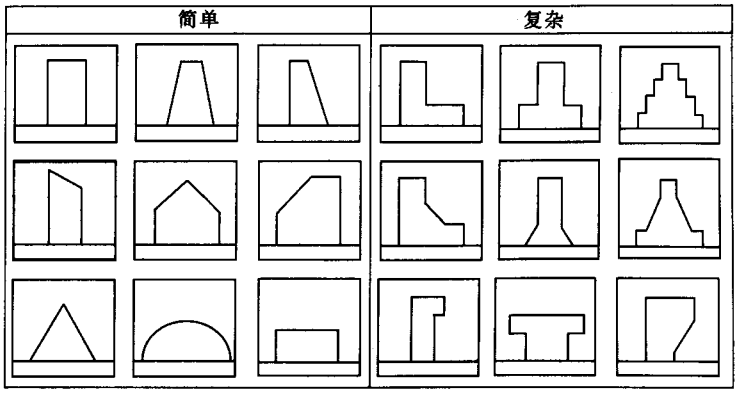


图 4-10-1-3　对抗震有利和不利的建筑物的
简单体型与复杂体型的比较

10.1.4　变 形 缝 比 较

表 4-10-1-3 是三种不同的变形缝的设置情况以及缝宽的比较。在抗震设防的

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

地区，无论需要设置哪种变形缝，其宽度都应该按照抗震缝的宽度来设置。这是为了避免在震灾发生时，由于缝宽不够而造成建筑物相邻的分段相互碰撞，造成破坏。

变形缝设缝比较　　**表4-10-1-3**

变形缝类别	对应变形原因	设置依据	断开部位	缝　宽（mm）
伸缩缝	昼夜温差引起的热胀冷缩	按建筑物的长度、结构类型与屋盖刚度	除基础外沿全高断开	20～30
沉降缝	建筑物相邻部分高差悬殊、结构形式变化大、基础埋深差别大、地基不均匀等引起的不均匀沉降	地基情况和建筑物的高度	从基础到屋顶沿全高断开	一般地基 建筑物高＜5m　缝宽30 5～10m　缝宽50 10～15m　缝宽70 软弱地基 建筑物2～3层　缝宽50～80 4～5层　缝宽80～120 ≥6层　缝宽＞120 沉陷性黄土　缝宽≥30～70
抗震缝	地震作用	设防烈度、结构类型和建筑物高度。 （8度9度设防且房屋立面高差相差在6m以上，或错层楼板相差1/3层高或1m，毗邻部分各段刚度、质量、结构形式均不同时设置）	沿建筑物全高设缝，基础可断开，也可不断开	多层砌体建筑　缝宽50～100 框架框剪建筑 当建筑物高≤15m　缝宽70 当建筑物高＞15m时： 6、7、8、9度设防，高度每增高5m、4m、3m、2m 缝宽加大20

10.2　设变形缝处建筑的结构布置

在建筑物设变形缝的部位，要使两边的结构满足断开的要求，又自成系统，其布置方法主要有以下几种：

（1）按照建筑物承重系统的类型，在变形缝的两侧设双墙或双柱。这种做法较为简单，但容易使缝两边的结构基础产生偏心。用于伸缩缝时则因为基础可以不断开，所以可以无此问题。图4-10-2-1～图4-10-2-3分别是这种结构处理方法的实例及基础部分的示意图。

（2）变形缝两侧的垂直承重构件分别退开变形缝一定距离，或单边退开，再像做阳台那样用水平构件悬臂向变形缝的方向挑出。这种方法基础部分容易脱开

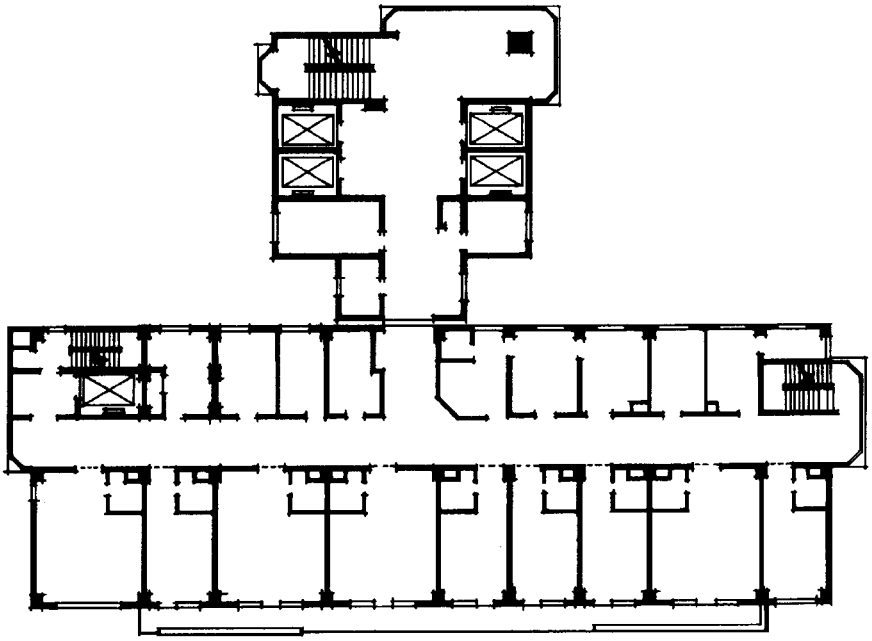


图 4-10-2-1　某建筑在变形缝两侧分别以墙及柱承重

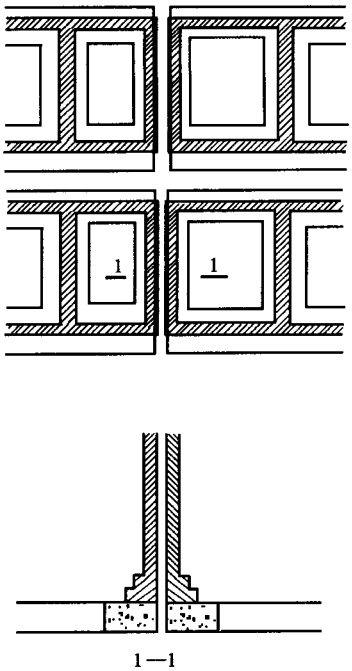


图 4-10-2-2　双墙承重方案易造成基础偏心

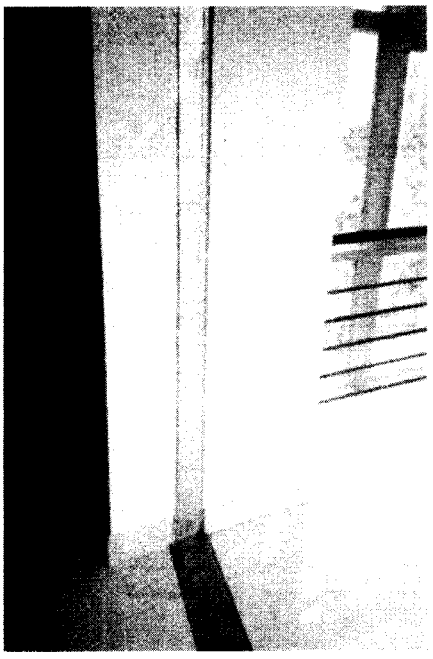


图 4-10-2-3　某采用双柱承重方案的建筑室内

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

距离，设缝较方便，特别适用于沉降缝。此外建筑的扩建部分也常常采用单边悬臂的方法，以避免影响原有建筑的基础。图 4-10-2-4 ~ 图 4-10-2-6 分别是这种结构处理方法的实例及基础部分的示意。

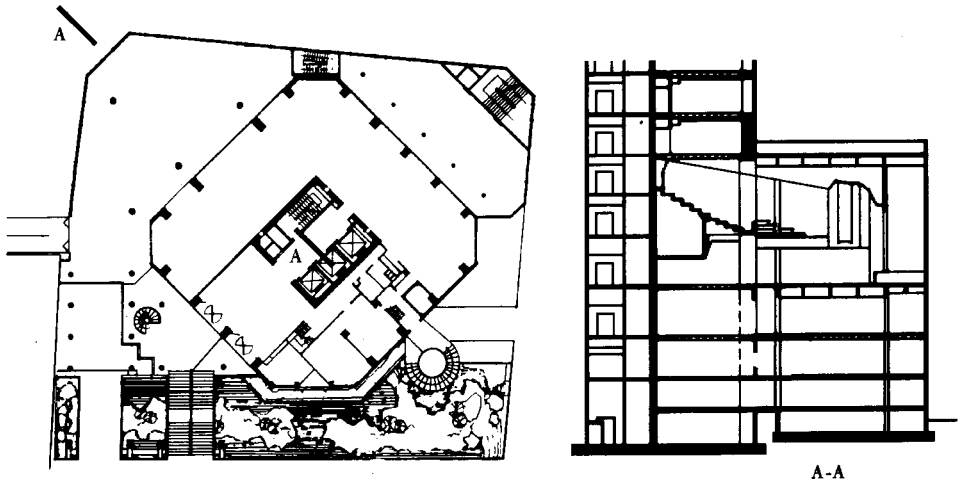


图 4-10-2-4　某用单边悬臂方案设缝的建筑实例

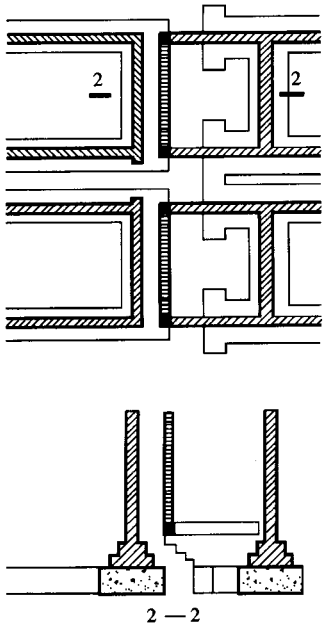


图 4-10-2-5　用悬臂方案设缝时基础的状况

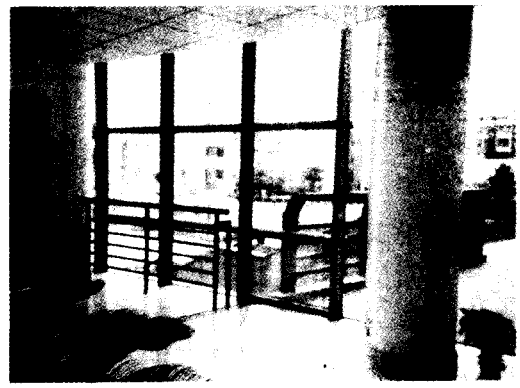
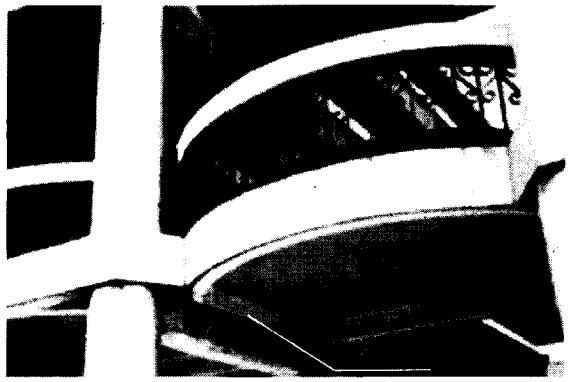


图 4-10-2-6　某用双边悬臂方案设缝的建筑实例



(a)



(b)



(c)

图 4-10-2-7　某用简支水平构件设缝的建筑实例
(a) 某建筑柱廊部分用简支水平构件的方式设变形缝；(b) 简支部分水平构件搁置状况；(c) 从另一角度看简支部分水平构件搁置状况

(3) 用一段简支的水平构件做过渡处理，即在两个独立单元相对的两侧各伸出悬臂构件来支承中间一段水平构件。这种方法多用于连接两个建筑物的架空走道等，但在抗震设防地区需谨慎使用。图 4-10-2-7 和图 4-10-2-8 分别是这种结构处理方法的实例及基础部分的示意。

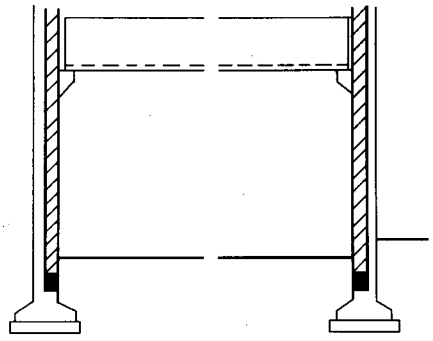


图 4-10-2-8　用简支水平构件来设变形缝的方法示意

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

10.3　变形缝盖缝构造

在建筑物设变形缝的部位必须全部作盖缝处理。其主要目的是为了满足使用的需要，例如通行等。此外，处于外围护结构部分的变形缝还要防止渗漏，以及防止热桥的产生。当然，美观的问题也是相当重要的。为此，对变形缝作盖缝处理时，有以下几点应当予以重视：

(1) 所选择的盖缝板的形式必须能够符合所属变形缝类别的变形需要。例如伸缩缝上的盖缝板不必适应上下方向的位移，而沉降缝上的盖缝板则必须满足这一要求。

(2) 所选择的盖缝板的材料及构造方式必须能够符合变形缝所在部位的其他功能需要。例如用于屋面和外墙面部位的盖缝板应选择不易锈蚀的材料，如镀锌铁皮、彩色薄钢板、铝皮等，并做到节点能够防水；而用于室内地面、楼板地面及内墙面的盖缝板则可以根据内部面层装修的需要来做。

不过应当注意，对于高层建筑及防火要求较高的建筑物，室内变形缝四周的基层，应采用不燃烧材料，表面装饰层也应采用不燃或难燃材料。在变形缝内不应敷设电缆、可燃气体管道和易燃、可燃液体管道，如必须穿过变形缝时，应在穿过处加设不燃烧材料套管，并应采用不燃烧材料将套管两端空隙紧密填塞。

(3) 在变形缝内部应当用具有自防水功能的柔性材料来塞缝，例如挤塑型聚苯板、沥青麻丝、橡胶条等，以防止热桥的产生。

图4-10-3-1～图4-10-3-4分别介绍屋面变形缝处的盖缝构造做法。其中的盖缝和塞缝材料可以另行选择，但防水构造必须同时满足屋面防水规范的要求。

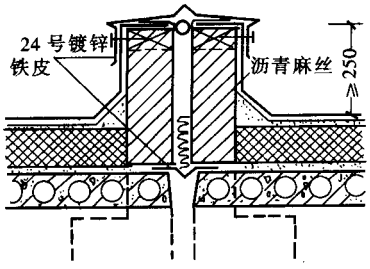


图4-10-3-1　不上人屋面变形缝构造

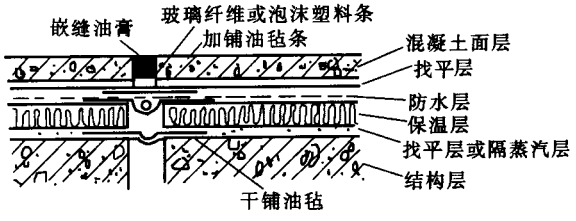


图4-10-3-2　上人屋面变形缝构造

图4-10-3-5～图4-10-3-7分别介绍内、外墙面变形缝处的盖缝构造做法。

图4-10-3-8介绍楼面变形缝处的盖缝构造做法。

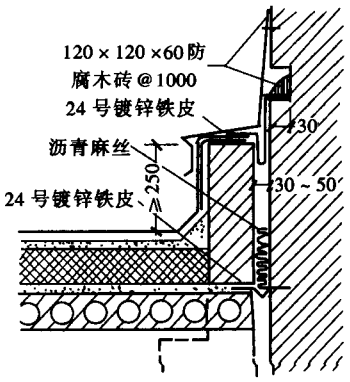


图 4-10-3-3　存在高差处沉降缝构造

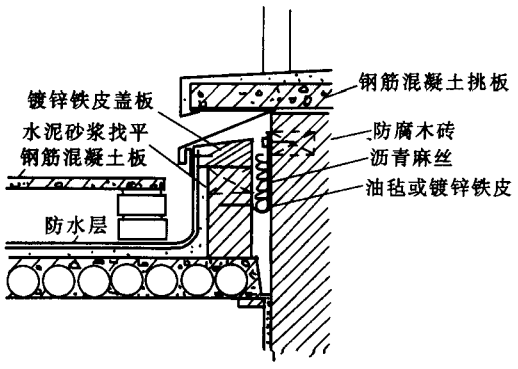


图 4-10-3-4　存在高差并有出口处沉降缝构造

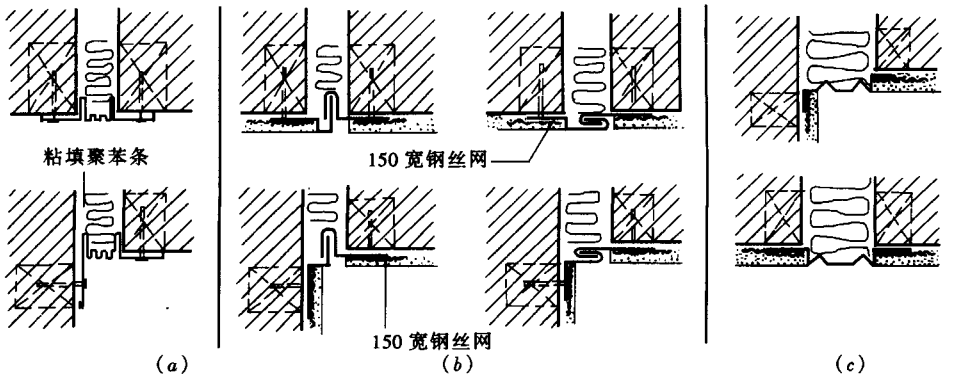


图 4-10-3-5　外墙面变形缝盖缝节点

（a）外墙伸缩缝盖缝；（b）外墙沉降缝盖缝；（c）外墙抗震缝盖缝

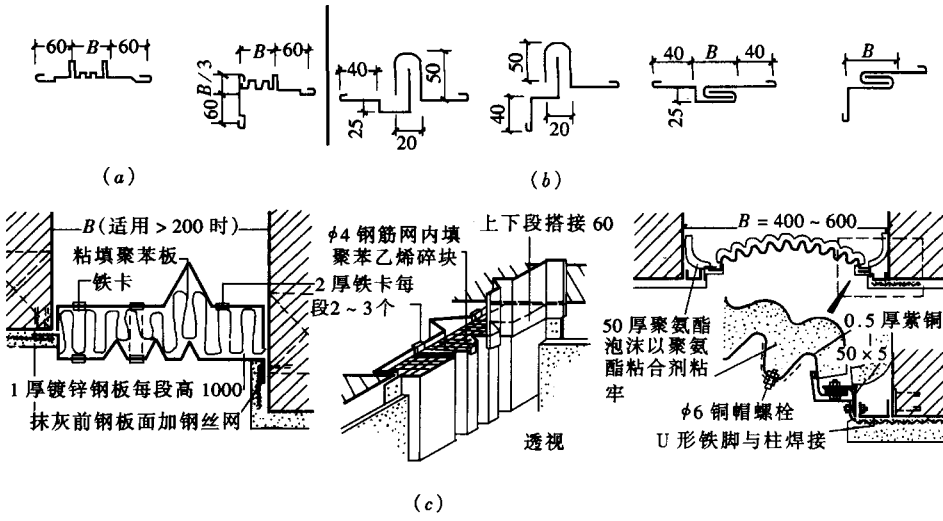


图 4-10-3-6　适应变形的盖缝板形式

（a）伸缩缝盖缝板形式；（b）沉降缝盖缝板形式；（c）较宽的抗震缝盖缝板形式

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

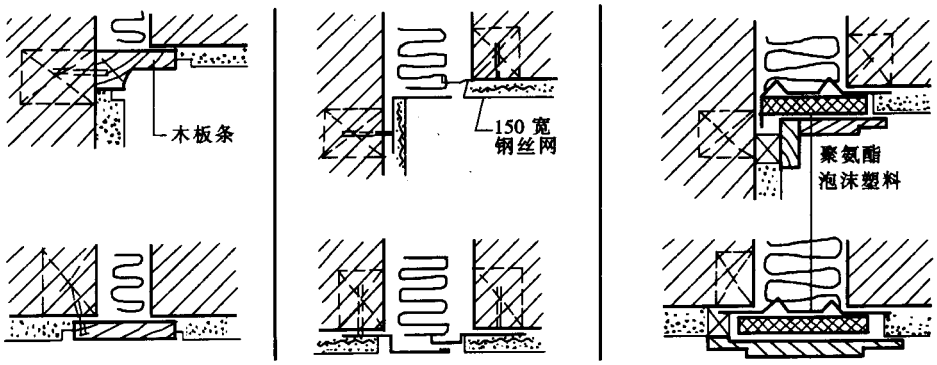


图 4-10-3-7　内墙面变形缝盖缝节点

（a）内墙伸缩缝盖缝；（b）内墙沉降缝盖缝；

（c）内墙抗震缝盖缝

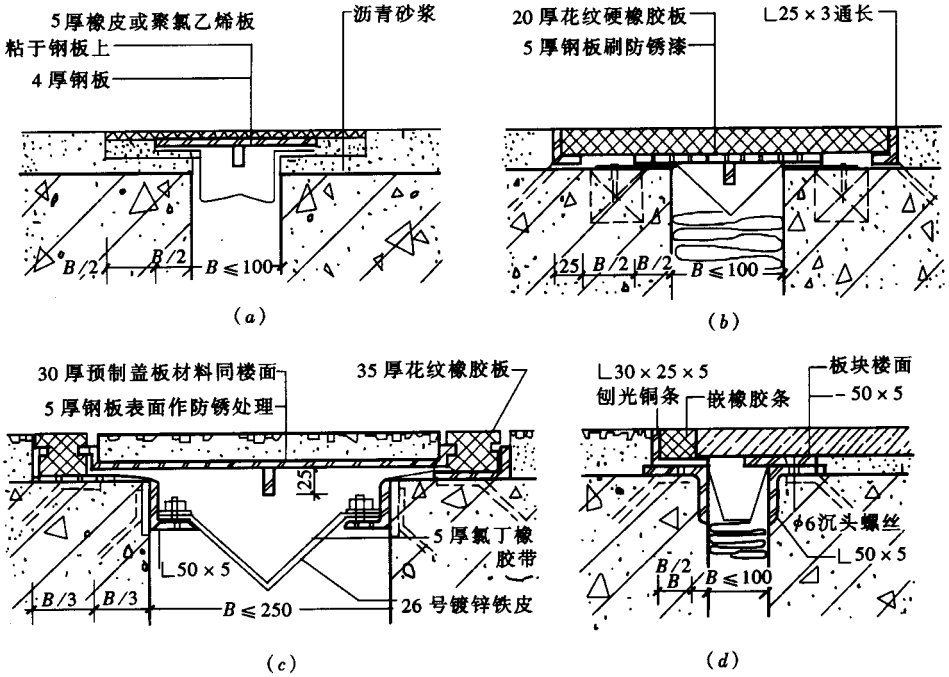


图 4-10-3-8　楼面变形缝盖缝构造

（a）粘贴盖缝面板的做法；（b）搁置盖缝面板的做法；

（c）采用与楼板面层同样材料盖缝的做法；（d）单边挑出盖缝板的做法

图 4-10-3-9 ~ 图 4-10-3-13 分别介绍地下室变形缝处的盖缝构造做法。设变形缝处是地下室最易发生渗漏的部位，因而地下室应尽量不要做伸缩缝。其他变形

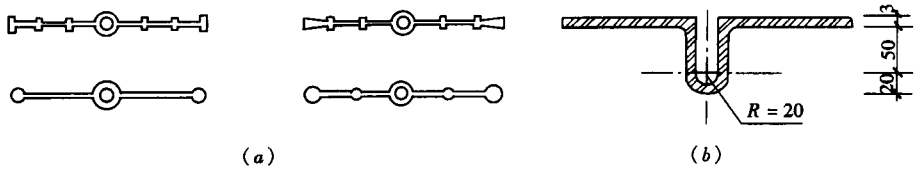


图 4-10-3-9　地下室变形缝止水带形式
（a）橡胶止水带形状；（b）金属盖缝板形状

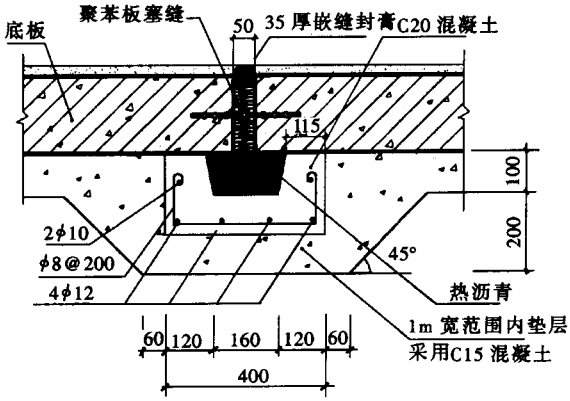


图 4-10-3-10　地下室底板变形缝构造

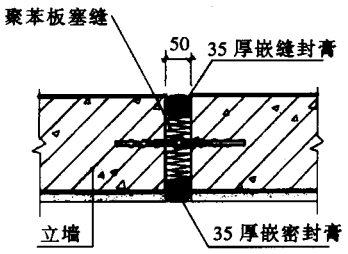


图 4-10-3-11　地下室立墙
变形缝构造

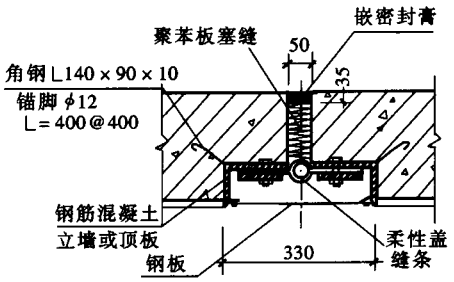


图 4-10-3-12　地下室立墙或
顶板柔性材料盖缝

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

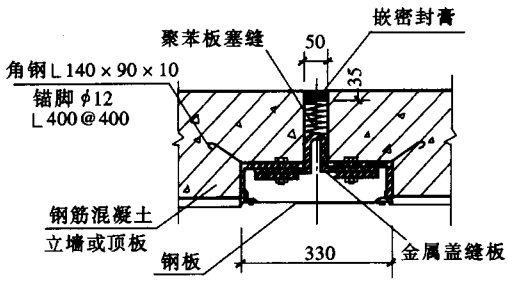


图 4-10-3-13　地下室立墙或顶板金属板盖缝

缝应采用止水带、遇水膨胀橡胶腻子止水条等高分子防水材料和接缝密封材料做多道防线。止水带构造做法有内埋式和可卸式两种，对水压大于0.3MPa、变形量为20～30mm、结构厚度大于和等于300mm的变形缝，应采用中埋式橡胶止水带；对环境温度高于5℃、结构厚度大于和等于300mm的变形缝，可采用2mm厚的紫铜片或3mm厚的不锈钢等金属止水带，其中间呈圆弧形。无论采用哪种形式，止水带中间空心圆或弯曲部分须对准变形缝，以适应变形需要。

第11章 建筑工业化

11.1 建筑工业化概述

建筑工业化是通过现代化的制造、运输、安装和科学管理的大工业的生产方式，来代替传统建筑业中分散的、低水平的、低效率的手工业生产方式。这主要意味着要尽量利用先进的技术，在保证质量的前提下，用尽可能少的工时，在比较短的时间内，用最合理的价格来建造合乎各种使用要求的建筑。

发展建筑工业化，不能够单单看成是建造技术方面的问题，而应当将其作为一项涉及到多学科、多部门、跨行业的综合性的系统工程来看待。其过程需要建筑师、工程师和生产厂商的密切合作，建立起从规划设计质量、工程施工质量、建筑相关配套的产品质量到物业管理质量等一整套的建筑质量管理体系。这样，建筑业才能由粗放型向集约型转化，不断加大科技含量和调整产业结构，以此全面提高建筑的工业化和标准化的整体水平，促进建筑产业现代化的快速发展。

要实现建筑工业化，必须形成工业化的生产体系。也就是说，针对大量性建造的房屋及其产品实现建筑部件系列化开发，集约化生产和商品化供应，使之成为定型的工业产品或生产方式，以提高建筑的速度和质量。

工业化建筑体系，一般分为专用体系和通用体系两种。

专用体系——适用于某一种或几种定型化建筑使用的专用构配件和生产方式所建造的成套建筑体系。具有一定的设计专用性和技术先进型，但缺少与其他体系配合的通用性和互换性（图 4-11-1-1）。

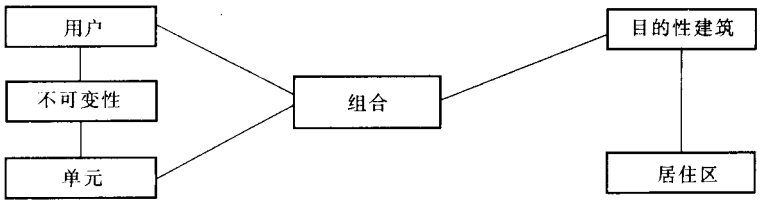


图 4-11-1-1 专用体系的特征

通用体系——开发目标是建筑的各种预制构配件、配套制品和构造连接技术，做到产品和连接技术标准化、通用化，使得各类建筑所需的构配件和节点构

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

造可互换通用，以适应不同类型建筑体系使用的需要（图4-11-1-2）。

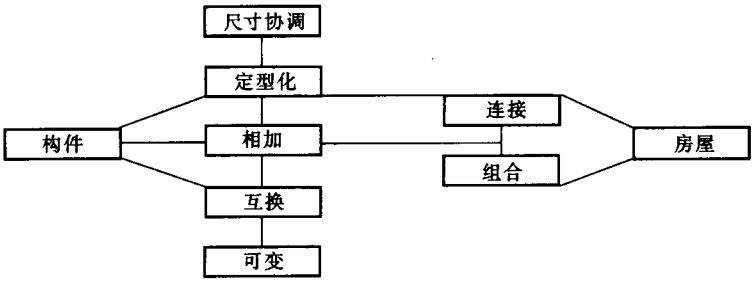


图4-11-1-2　通用体系的特征

专用建筑体系与通用建筑体系二者的区别是：在专用体系中，其产品是建成的建筑物；而在通用体系中，其产品是建筑物的各个组成部分，即构件和相应的配件（图4-11-1-3）。但无论哪种开发成熟的体系，都需有计划地安排包括所有装修和设备等附属配套设施在内。

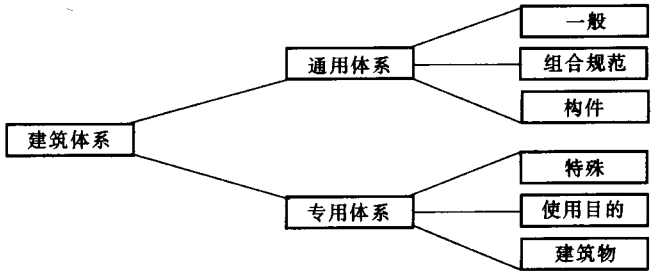


图4-11-1-3　专用体系和通用体系之间的区别

发展建筑工业化，主要有以下两种途径：一是发展预制装配式的建筑；二是发展现浇或现浇与预制相结合的建筑。

11.2　预制装配式的建筑

预制装配式的建筑是用流水线生产产品的工业化方式来组装建造房屋用的预制构配件产品。其建筑主体结构形式分板材装配式、框架装配式、盒子装配式等几种。

11.2.1　板材装配式建筑

板材装配式建筑是开发最早的预制装配式建筑，工艺是将成片的墙体及大块的楼板作为主要的预制构件，在工厂预制后运到现场安装。按照预制板材的大小，又可分为中型板材和大型板材两种（图4-11-2-1）。其承重方式以横墙承重为主，也可以用纵墙承重或者纵、横墙混合承重（图4-11-2-2）。

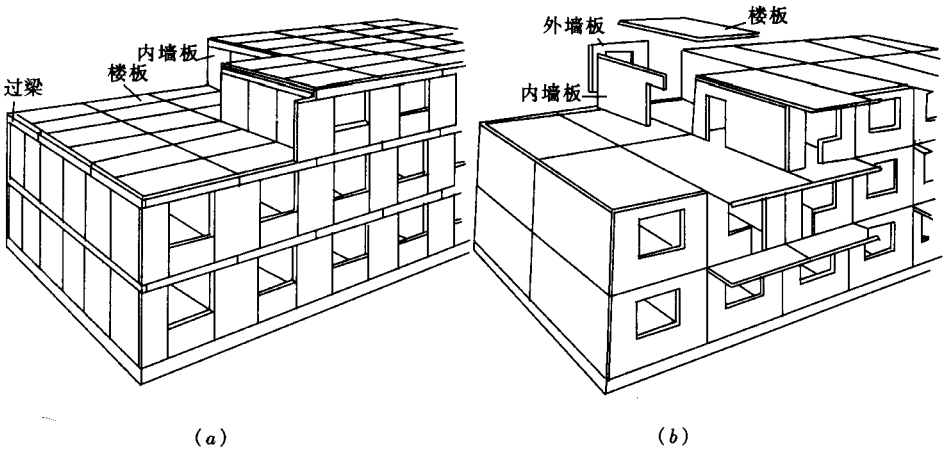


图 4-11-2-1　板材装配式建筑

（a）中型板材；（b）大型板材

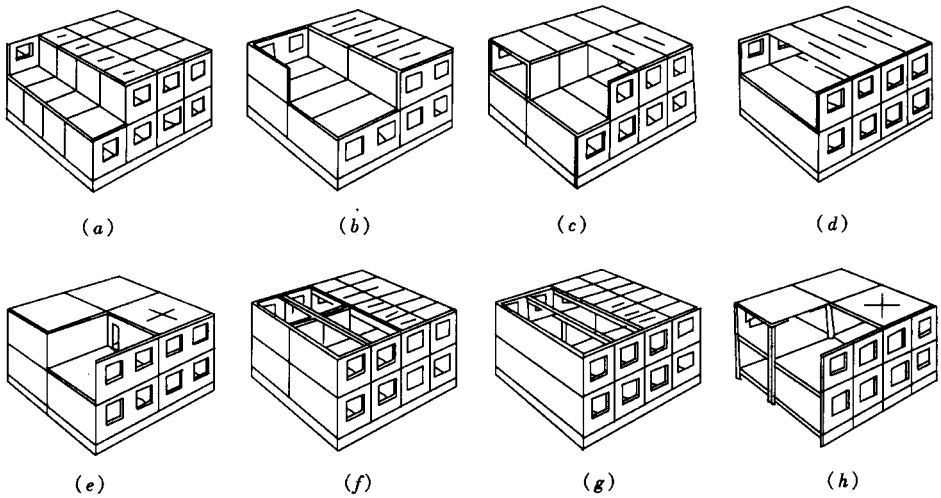


图 4-11-2-2　板材装配式建筑的结构支承方式

（a）横向承重（小跨度）；（b）横向承重（大跨度）；（c）纵向承重（小跨度）；（d）纵向承重（大跨度）；（e）双向承重；（f）内墙板搁大梁承重；（g）内骨架承重；（h）楼板四点搁置，内柱承重

这种建筑一般适用于抗震设防烈度在 8 度或 8 度以下地区的多层住宅，也有做到 12 层以上的高层建筑。但由于其墙板的位置固定，不能够移动，而且受到起吊、运输设备的限制，用作一般住宅时往往采用的开间较小，因此使用不够灵

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

活，发展受到限制，多数用在复合板材或者混凝土轻板的低层、多层或可移动的建筑中。现时更倾向于内浇外挂或内浇外砌的现浇与预制相结合的工艺。因此对于板材装配式建筑，这里将不再作进一步的介绍。但是本书中其他章节中所提及的有关装配式内、外墙板的许多加工工艺和连接构造做法，包括防水构造等等，都是由板材装配式建筑发展而来的，具有超过五十年以上的历史，而且已经相当成熟，并日臻完善。

11.2.2　盒子装配式建筑

这类装配式建筑是按照空间分隔，在工厂里将建筑物划分成单个的盒子，然后运到现场组装。有一些盒子内部由于使用功能明确，还可以将内部的设备甚至于装修一起在工厂完成后再运往现场。盒子装配式建筑的工业化程度高，现场工作时间短，但需要相应的加工、运输、起吊、甚至于道路等设备和设施。

图4-11-2-3介绍了单个盒子的形式，这与加工、运输、安装等设备都有关，与盒子之间组合时的传力方式也有关。其成形方式可以参阅图4-11-2-4。

根据设计的要求，盒子间的组合可以是相互叠合（图4-11-2-5），也可以用筒体作为支承，将盒子悬挂或者悬吊在其周围（图4-11-2-6），还可以像抽屉一样放置在框架中（图4-11-2-7）。叠合者用于低层和多层的建筑较为合适，而后者适用于各种高度的建筑。

除了钢筋混凝土材料外，盒子或者支承盒子的框架等，都可以用金属材料来制作，这可以减轻其结构的自重及简化连接方式。

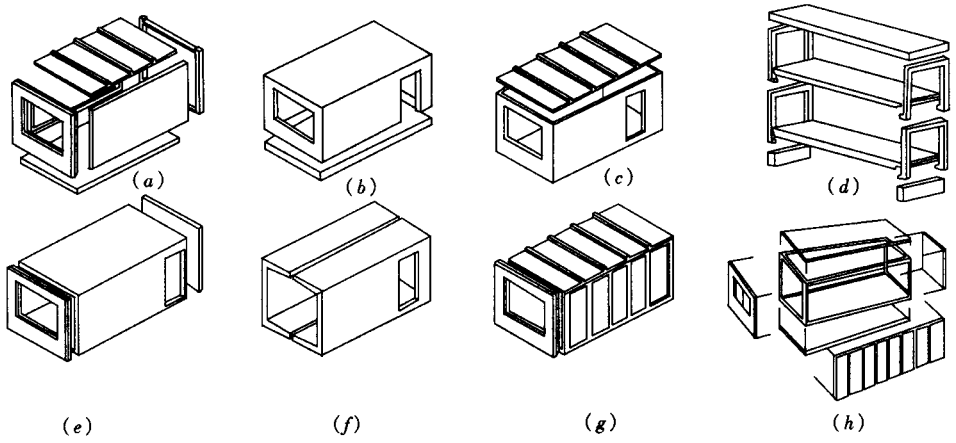


图4-11-2-3　单个盒子的形式

（a）平板型；（b）钟罩型；（c）杯型；（d）框板型；（e）隧道型；（f）复合型；（g）卧杯型；（h）框板型

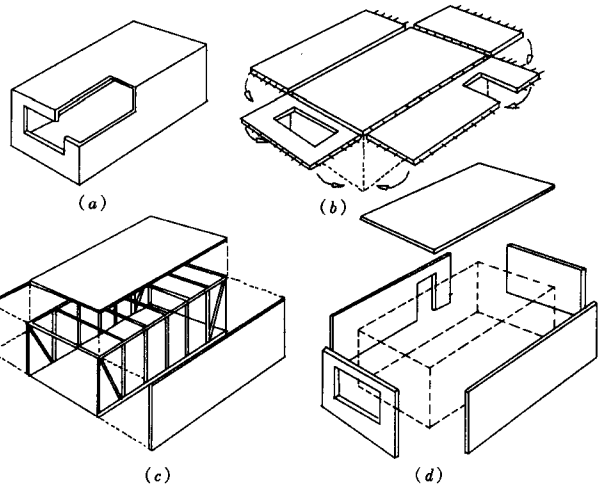


图 4-11-2-4　盒子的成形方式

(a)整体浇筑盒子;(b)预制板材组装盒子;(c)骨架和预制板组装盒子;(d)预制板拼装盒子

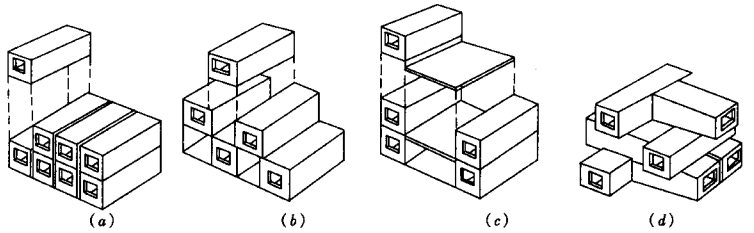


图 4-11-2-5　叠合式盒子建筑的构成

(a) 叠合式；(b) 错开叠合式；(c) 盒子—板材组合式；(d) 双向交错叠合式

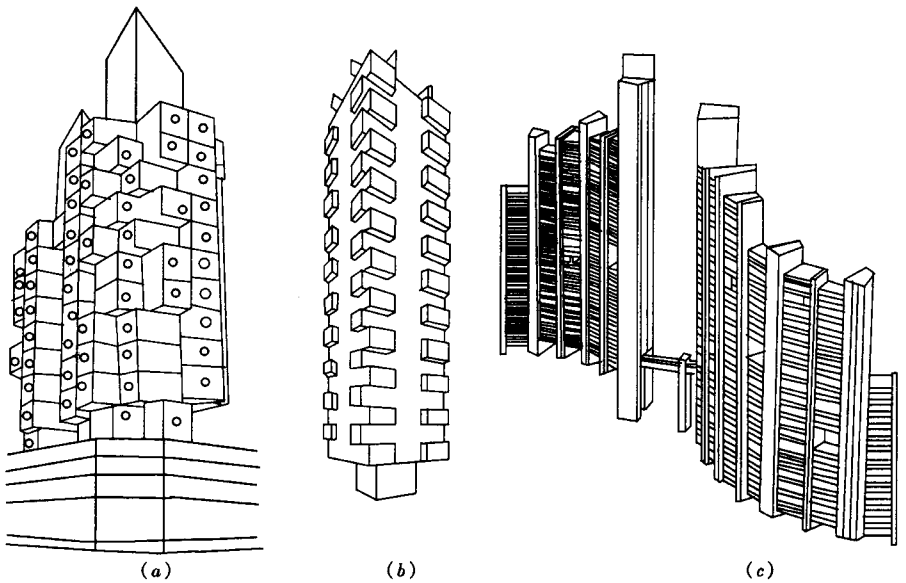


图 4-11-2-6　由筒体和桁架、剪力墙支承的盒子建筑

(a) 筒体悬臂盒子；(b) 筒体与桁架悬挂盒子；(c) 筒体与剪力墙共同支承盒子

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

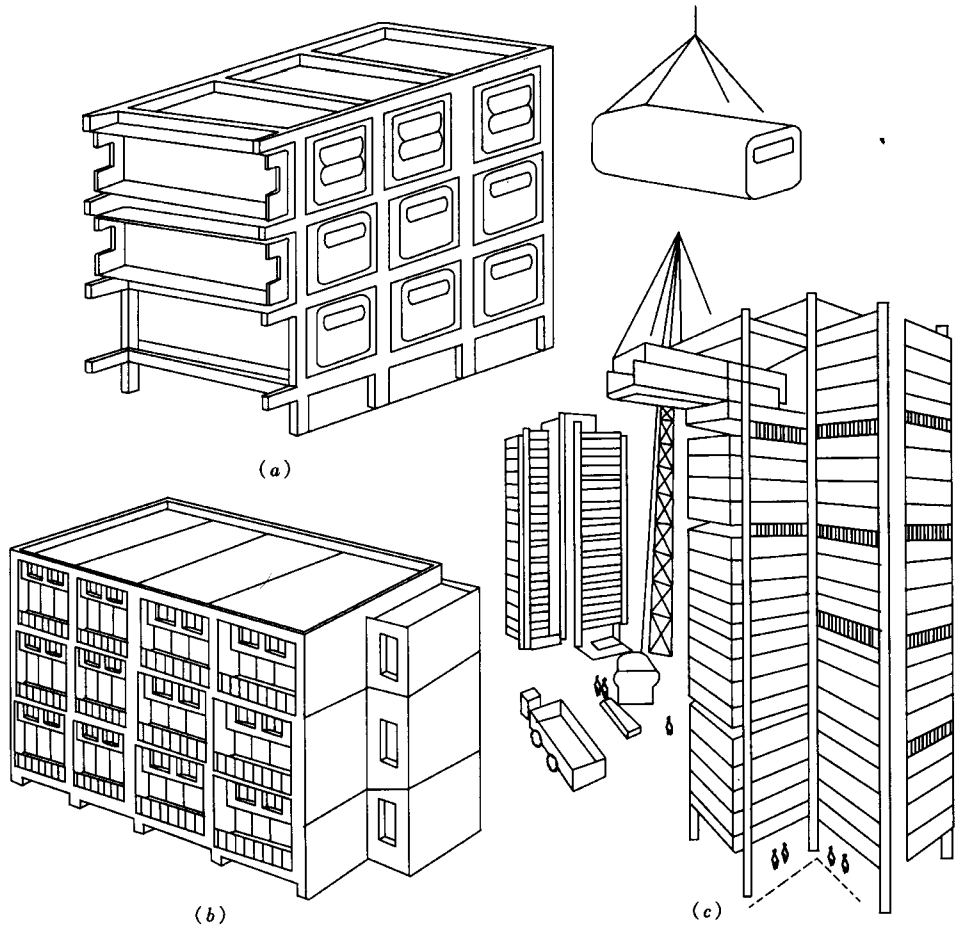


图 4-11-2-7　由框架支承的盒子建筑

(a) 单层盒子空体框架建筑；(b) 有平台框架盒子建筑；

(c) 多层盒子空体框架示意

11.2.3　钢筋混凝土骨架装配式建筑

这类装配式建筑是以钢筋混凝土预制构件组成主体骨架结构，再用定型构配件装配其围护、分隔、装修及设备等部分而成的建筑。

按照构成主体结构的预制构件的形式及装配方式，钢筋混凝土骨架装配式建筑又可以分为框架（包括横向及纵向框架）、板柱及部分骨架等几种体系。

1. 框架体系

框架体系装配式建筑的柱子可分为长柱和短柱两种。长柱为数层连续；短柱长度一般为一个层高，其连接点可以在楼板处，也可以放在层间弯矩的反弯点

处。其结构梁可以在柱间简支，也可以将其一部分在梁、柱连接处和柱子一起预制成长牛腿的形式，使得梁柱在该处成为刚性连结，梁的断点大约也在连续梁弯矩的反弯点处，这样可以减小梁的跨中弯矩。其具体的做法可以参照下图 4-11-2-8 和图 4-11-2-9。其中图 4-11-2-9 所举的例子中，将承重的纵向的框架梁和窗肚板结合起来处理，可以减少构件数量以及构件之间的连接，也是一种创意。

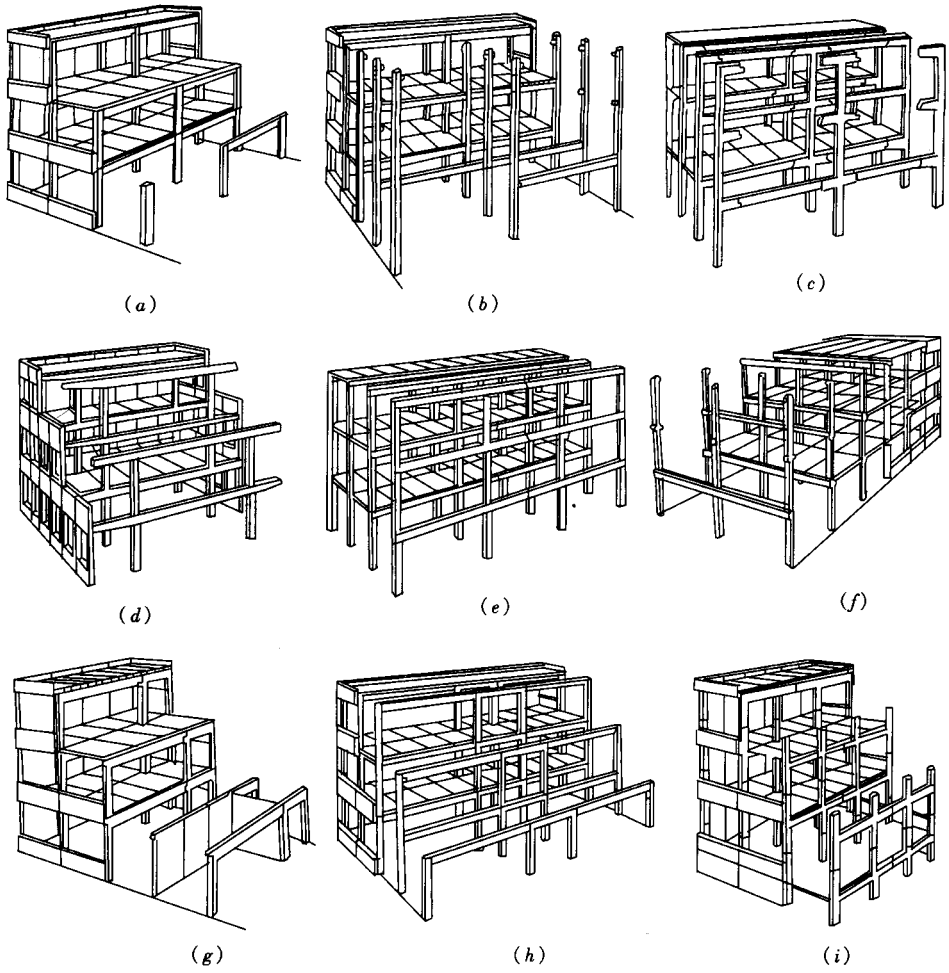


图 4-11-2-8　横向承重的装配式框架

（a）逐层短柱，单跨梁，牛腿支承；（b）多层统长柱，单跨梁，牛腿支承；（c）多层统长柱，简支梁，悬臂牛腿支承；（d）逐层短柱，双向悬臂梁；（e）逐层短柱，单向悬臂梁；（f）多层统长柱，双梁双跨，牛腿支承；（g）冂形，L 型刚架组合；（h）中间刚架，双侧逐层梁，柱组合；（i）土字形梁，柱组合框架

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

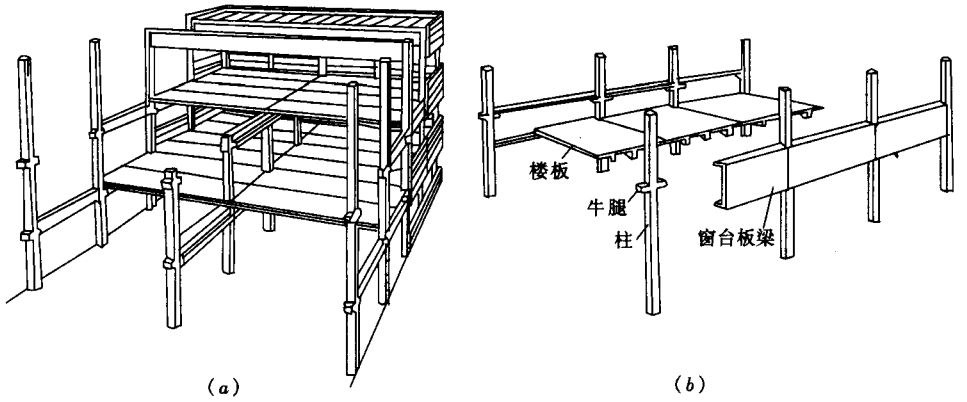


图 4-11-2-9　纵向承重的装配式框架

(a) 长柱暗牛腿单跨梁纵向框架；(b) 牛腿支承窗台板纵向框架

预制装配式框架梁柱之间的连接除了可以在构件中放置预埋铁，在现场焊接外，还可以做湿节点连接（图 4-11-2-10）。其中图 4-11-2-10（c）所示的方法是将柱和叠合梁整浇在一起，或者连预制楼板面上的叠合层一起整浇，这样可以加强装配式骨架的整体刚度。

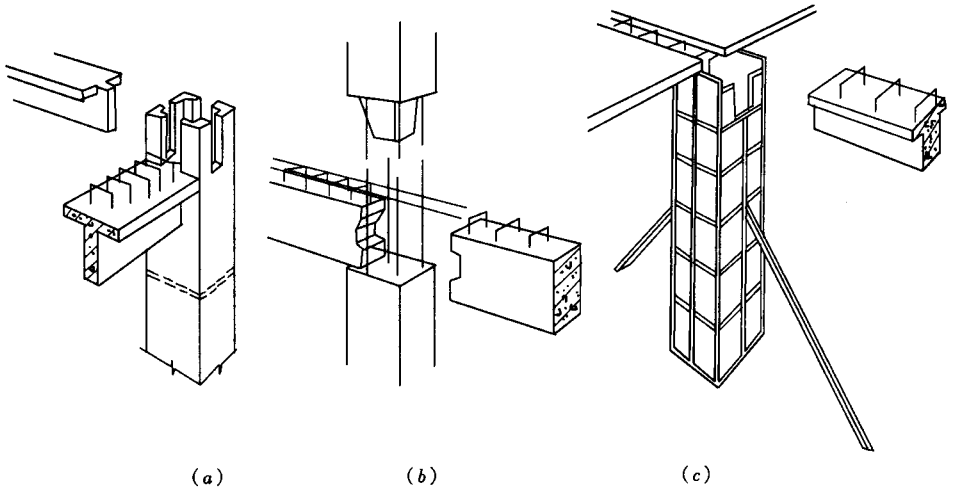


图 4-11-2-10　装配式框架的梁、柱连接节点

(a) 预制空心套管现浇柱；(b) 装配整体式柱梁组合节点；(c) 工具式模板临时搁置预制梁现浇柱

此外，利用建筑物的垂直交通部分用实墙围合成刚性的核心筒，或者在重要部位设置剪力墙，都是提高框架体系装配式建筑的整体刚度的有效方法。

2. 板柱体系

板柱体系装配式建筑的柱子采用短柱时，楼板多直接支承在柱子的承台（即

柱帽）上（图 4-11-2-11a），或者通过插筋与柱子相连（图 4-11-2-11b）；当采用长柱时，楼板可以搁置在长柱上预制的牛腿上（图 4-11-2-11c），也可以搁置在后焊的钢牛腿上（图 4-11-2-11d）；另有在板缝间用后张应力钢索现浇混凝土作为支承（图 4-11-2-11e、图 4-11-2-11f）。其中做后张应力钢索现浇混凝土的抗震的效果最好。

图 4-11-2-12 是各种装配方式的整体透视示意。

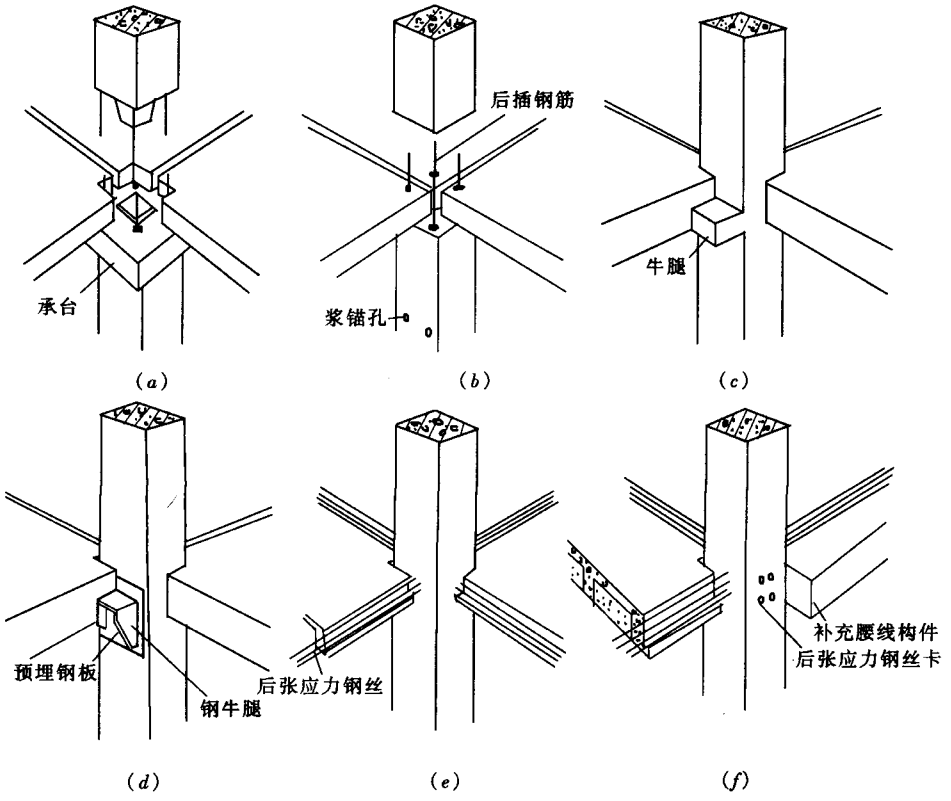


图 4-11-2-11　板柱体系的板、柱连接节点

（a）短柱承台节点；（b）短柱插筋浆锚节点；（c）长柱双侧牛腿支承节点；（d）长柱钢牛腿支承节点；（e）长柱后张应力节点；（f）边柱后张应力补充构件

3. 部分骨架体系

部分骨架体系装配式建筑是由部分柱子和部分墙板以及楼板或者梁组成的骨架结构系统。一般有以下几种类型：

（1）内柱、承重外墙板和楼板的组合（图 4-11-2-13a）；

（2）外柱、承重内墙板和楼板的组合（图 4-11-2-13b、c）；

（3）柱子和窗肚板结合的外柱与 T 形大跨楼板的组合（图 4-11-2-13d）。

其余还可有一些结构形式，在此限于篇幅，不再一一作详细介绍。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

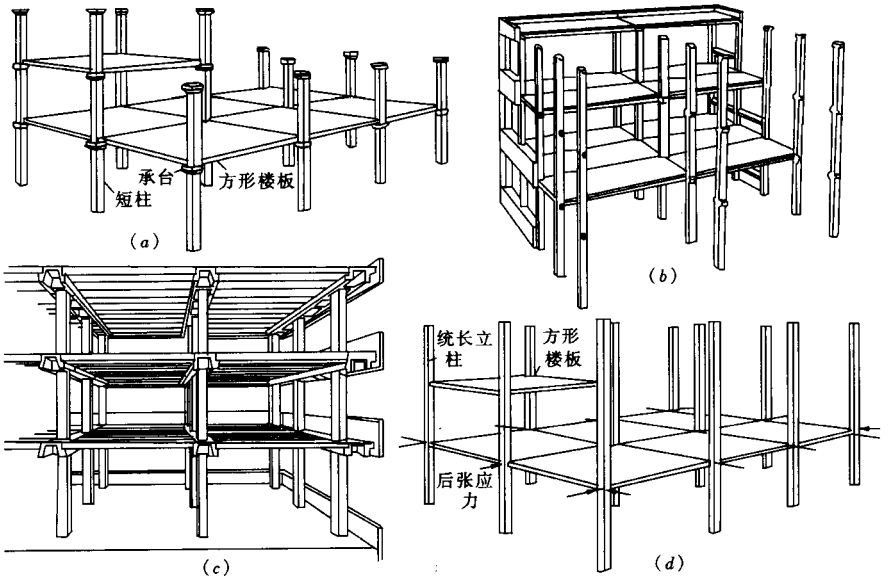


图 4-11-2-12　板柱体系的装配方式整体透视

(a) 短柱承台式；(b) 长柱大跨楼板；(c) 长柱板梁式；(d) 后张应力板柱摩擦支承

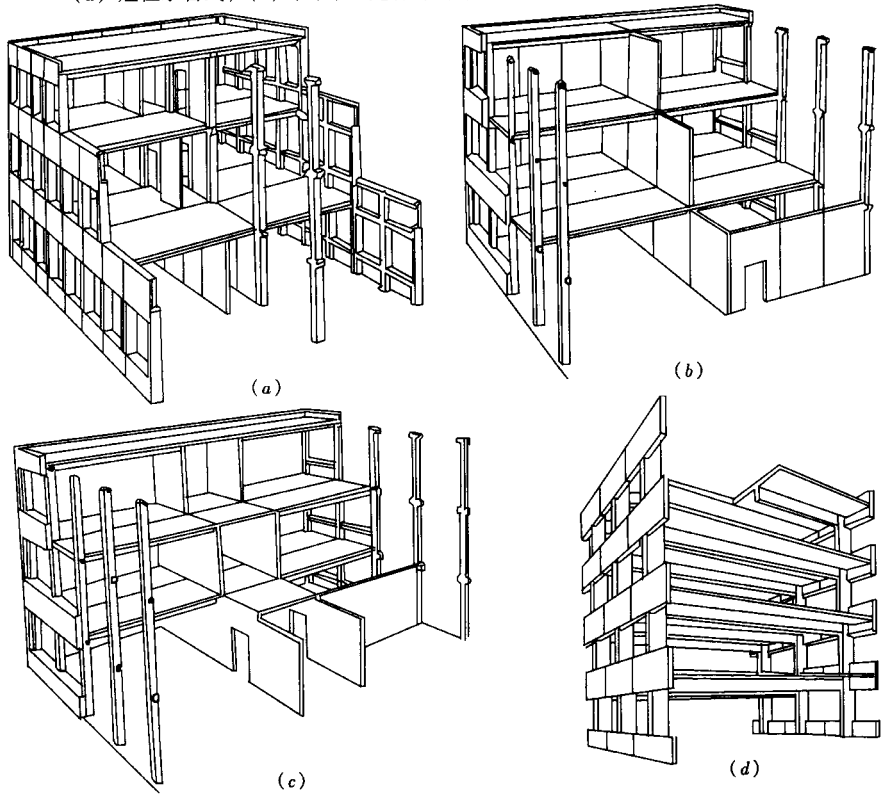


图 4-11-2-13　部分骨架结构组合形式

(a) 内柱与外墙板的组合；(b) 外柱与内墙板的组合；(c) 外柱与两道内墙板的组合；(d) 与窗肚墙结合的外柱与T形楼板的组合

11.2.4　轻钢装配式建筑

这类装配式建筑是以轻型钢结构为骨架、轻型墙体为外围护结构所建成的房屋。其轻型钢结构的支承构件通常由厚度为 1.5 ~ 5mm 的薄钢板经冷弯或冷轧成型，或者用小断面的型钢以及用小断面的型钢制成的小型构件如轻钢组合桁架等（图 4-11-2-14 ~ 图 4-11-2-16）。

轻钢建筑施工方便，适用于低层及多层的建筑物。由于使用薄壁型钢，与需要设置许多道圈梁、构造柱来满足抗震要求的砌体墙混合结构建筑相比，用钢量并不会高出多少，而且内部空间使用较为灵活；用复合墙板等技术，可以使建筑的防水、热工等综合性能指标得到提升，是近年来在我国发展较快的一种建筑体系。其骨架的构成形式分柱梁式、隔扇式、混合式、盒子式等几种。图 4-11-2-17 ~ 图 4-11-2-20 分别是这几种骨架形式的示意图。其中柱梁式为常见的柱、梁、板的结构形式。隔扇式系将柱、梁拆分为若干形同门扇的内骨架的隔扇，在现场拼装成类似“墙”的形式，再与结构梁组合。这种形式用钢量虽较多，但垂直承重构件定位方便，容易达到施工的精度。混合式系以轻钢隔扇组成外部结构，内部则辅以承重的结构柱。盒子式则系在工厂先将轻钢型材组装成盒形框架构件，再在现场组装。

和压型钢板上覆混凝土一样，图 4-11-2-21 所示的其他几种防水纤维板加钢筋网片现浇的楼板形式在轻钢结构建筑中，也是经常用到的。

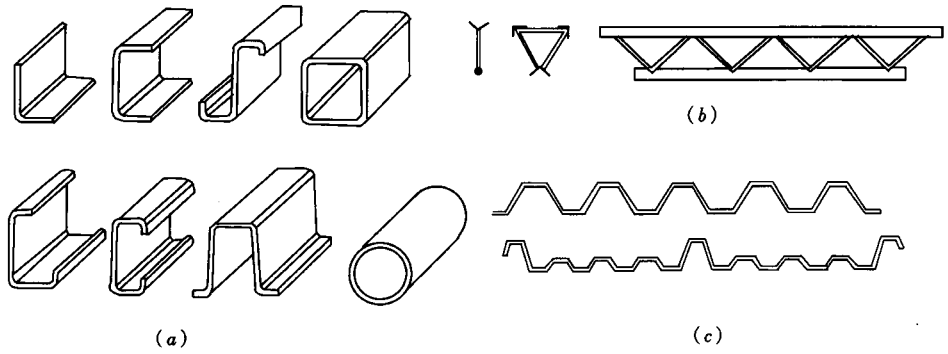
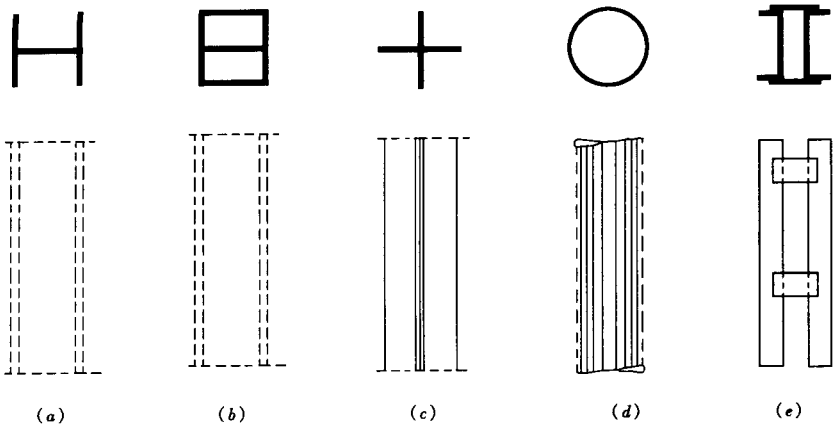


图 4-11-2-14　薄壁型钢截面形式和轻钢组合构件
（a）薄壁型钢截面形式；（b）轻钢组合桁架；
（c）压型薄钢板

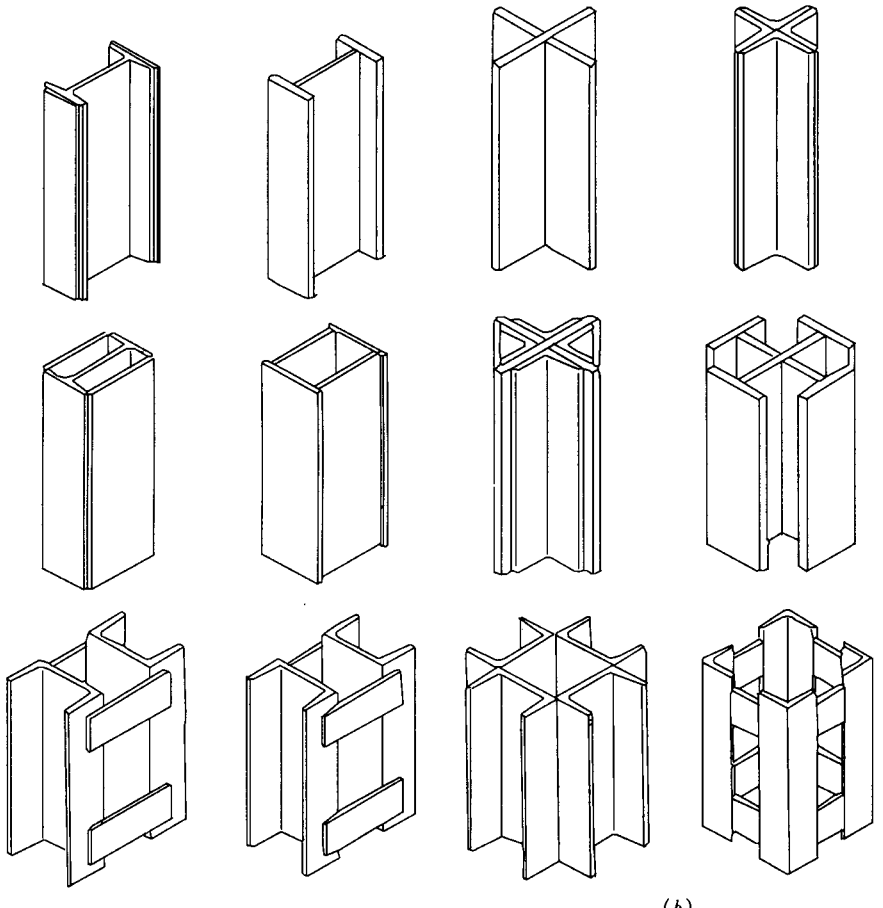
标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



（a）　（b）　（c）　（d）　（e）

图 4-11-2-15　小断面型钢的断面及立面形式

（a）H型钢柱；（b）封闭式H型钢柱；（c）角钢组合柱；（d）钢管圆柱；（e）槽钢连接柱



（a）　（b）

图 4-11-2-16　小断面型钢及其组合柱轴测图

（a）由两个型材组成的立柱；（b）由四个型材组成的立柱

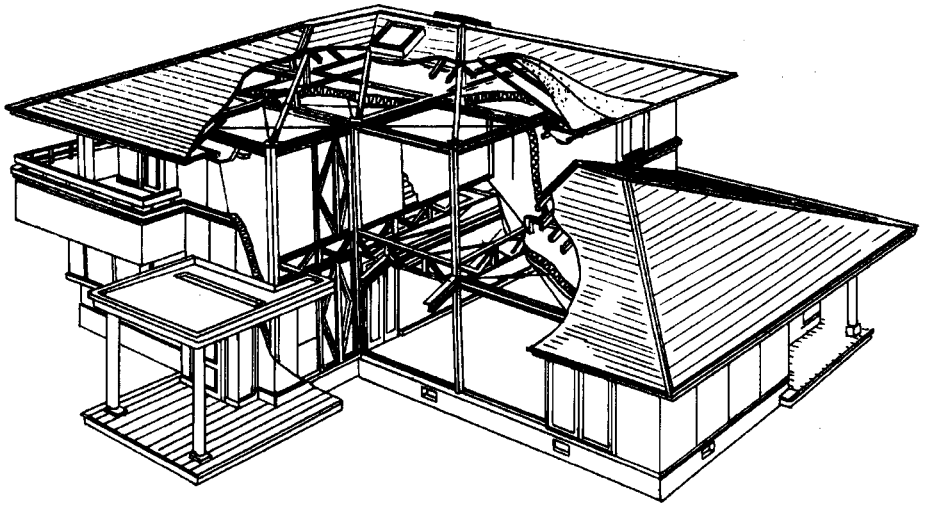


图 4-11-2-17　柱梁式轻钢结构建筑骨架构成

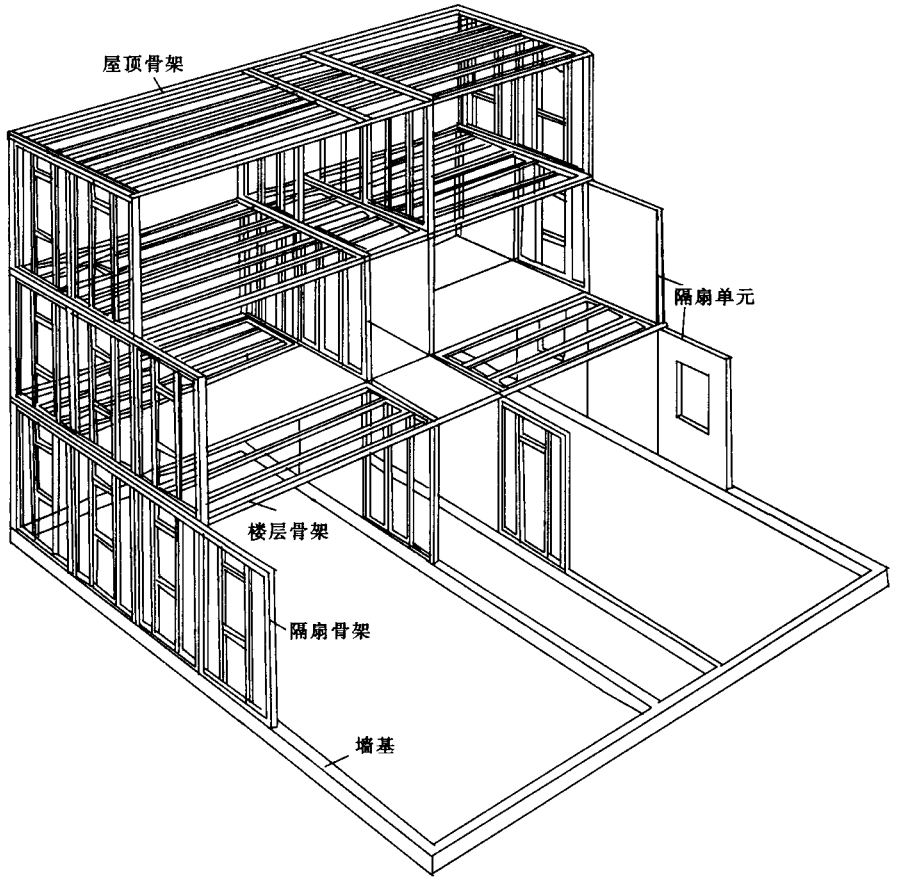


图 4-11-2-18　隔扇式轻钢结构建筑骨架构成

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

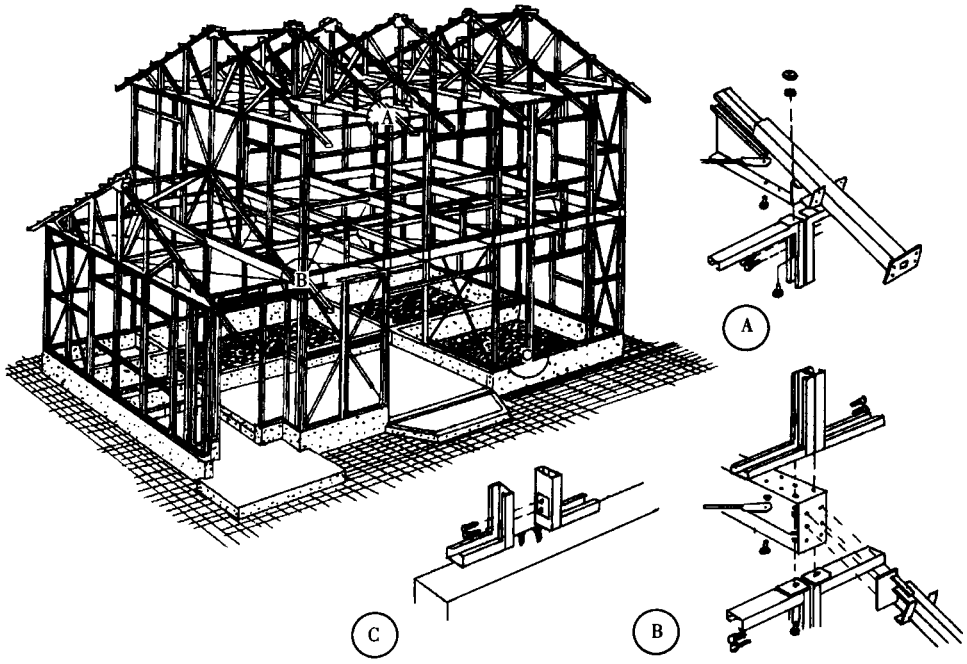


图 4-11-2-19　混合式轻钢结构建筑骨架构成

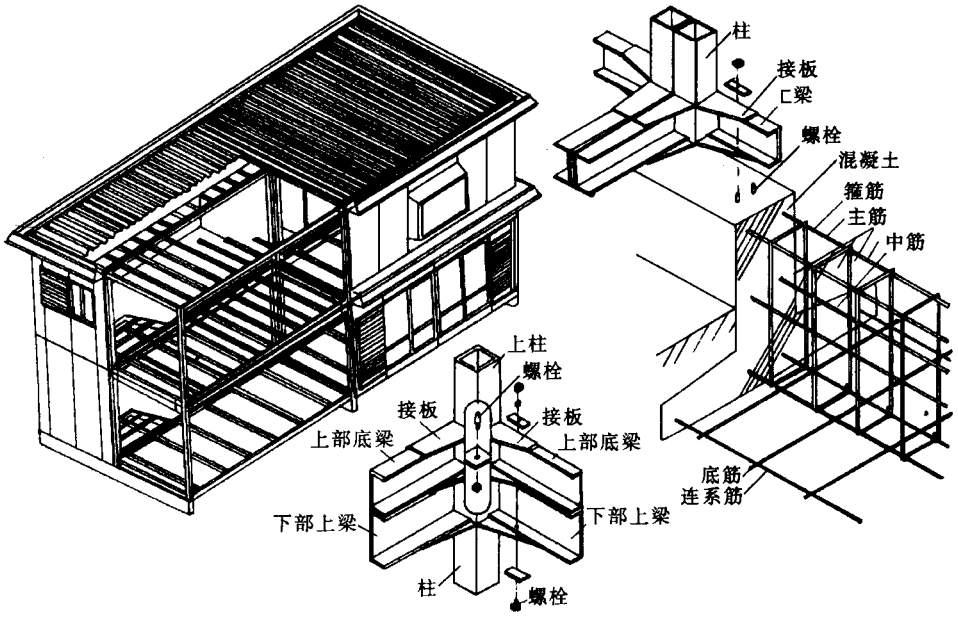


图 4-11-2-20　盒子式轻钢结构建筑骨架构成

（a）盒子框架组装形式；（b）上下框架连接；（c）框架与基础连接

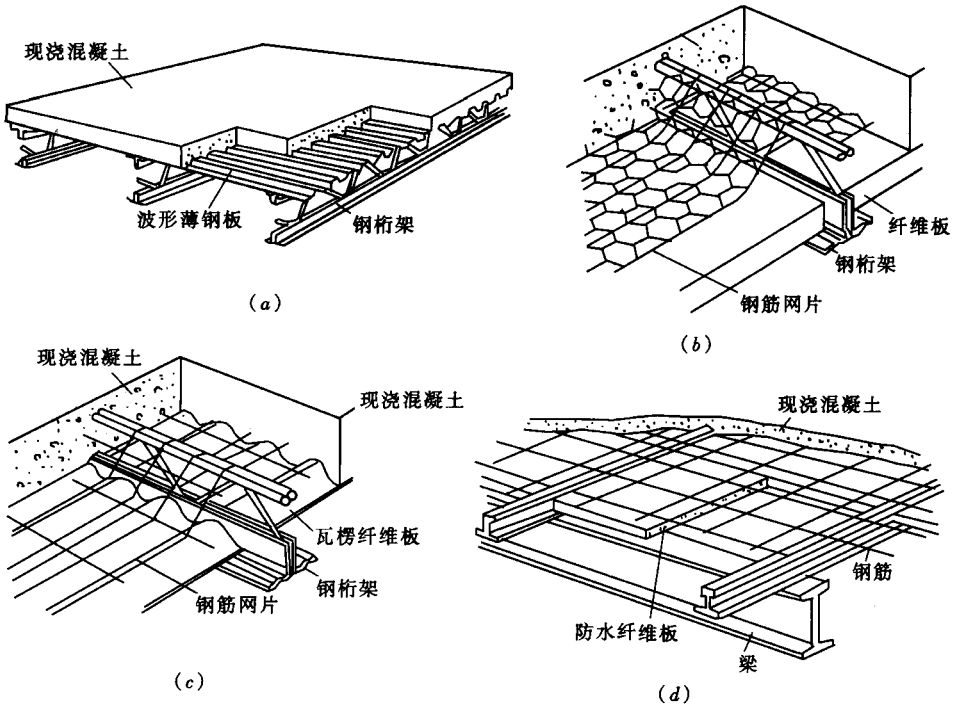


图 4-11-2-21　现浇式轻钢楼板

(a) 压型钢板叠合混凝土楼面；(b) 厚质纤维板衬模现浇钢筋混凝土楼面；(c) 瓦楞纤维板衬模现浇钢筋混凝土楼面；(d) 防水纤维板衬模现浇钢筋混凝土楼面

11.3　现浇或现浇与预制相结合的建筑

现浇和现浇与预制相结合的建筑指在现场采用工具模板、泵送混凝土进行机械化施工的方式，将建筑结构的主体部分整体浇筑或者是浇筑其中的核心筒等部分，其他部分用装配式的方法完成。这类建筑包括内浇外挂（指内墙和楼板用工具模板现浇，外墙采用非承重预制复合外墙板）、内浇外砌（指内墙和楼板用工具模板现浇，外墙为砌体砌筑的自承重墙）以及全现浇（指内、外墙板及楼板全现浇）等几种。

现浇的钢筋混凝土墙板的厚度一般多层建筑可做到 160 ~ 180mm，高层建筑可做到 200 ~ 250mm。由于结构整体性好，特别是其中的内浇外挂和全现浇两种方式，更适合于高层建筑使用。其施工速度快，模具可以重复使用，当前使用较为普遍。其中工业化程度较高的有：

(1) 墙板用大模板立模、楼板用台模流水作业的方式（图 4-11-3-1）；

(2) 墙板和楼板用一体化的整体隧道模或者隧道模与台模组合施工的方式（图 4-11-3-2）；

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

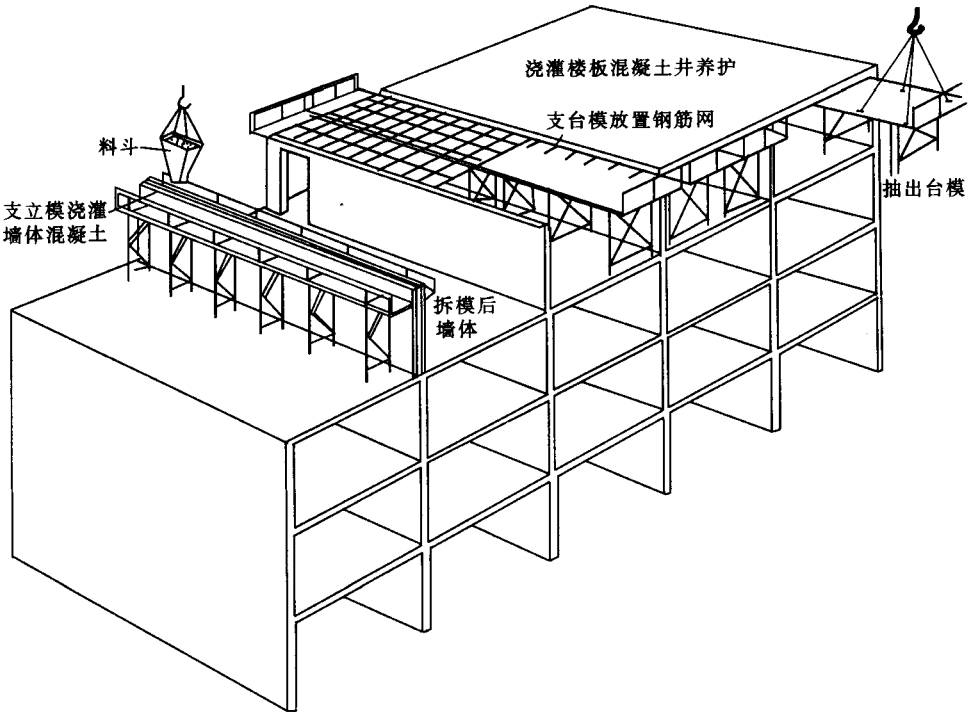


图 4-11-3-1　墙体用大模板、楼板用台模流水作业现浇主体结构

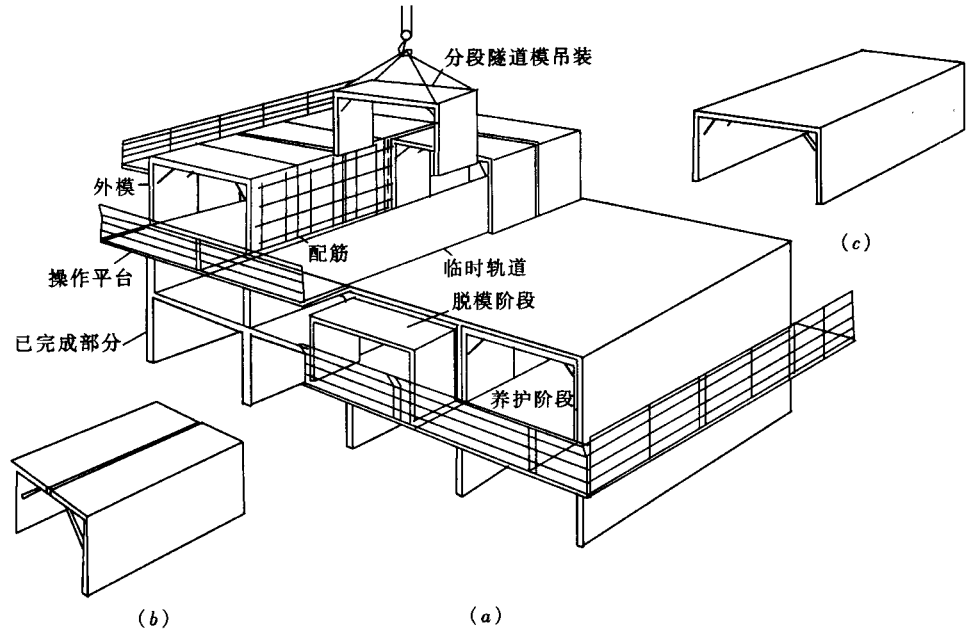


图 4-11-3-2　台模和隧道模流水作业现浇主体结构

(a) 隧道模流水作业示意图；(b) 分体隧道模；(c) 整体隧道模

（3）用滑模连续浇筑墙体或建筑的核心筒等部分，再用降台模的方式自上而下浇筑楼板或装配预制楼板的方式（图 4-11-3-3、图 4-11-3-4），等等。

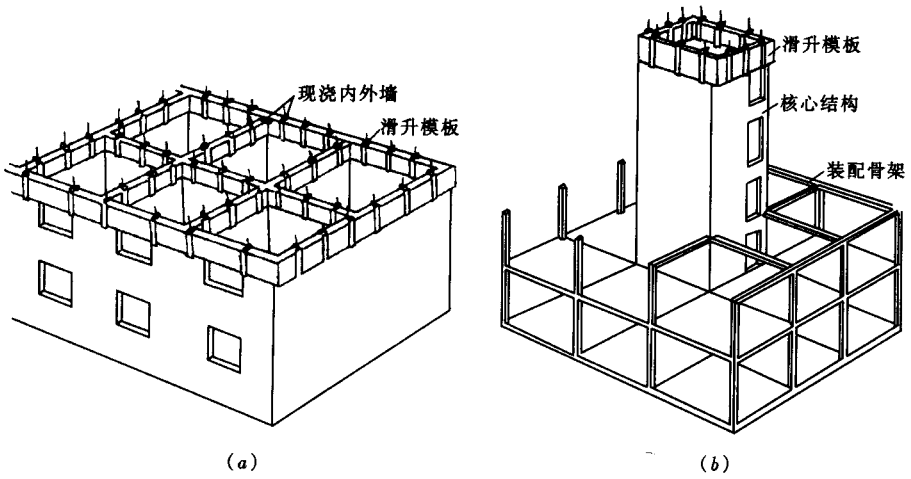


图 4-11-3-3　滑模现浇主体结构或者核心筒

（a）滑模现浇主体结构；（b）装配骨架＋滑模现浇结构核心筒

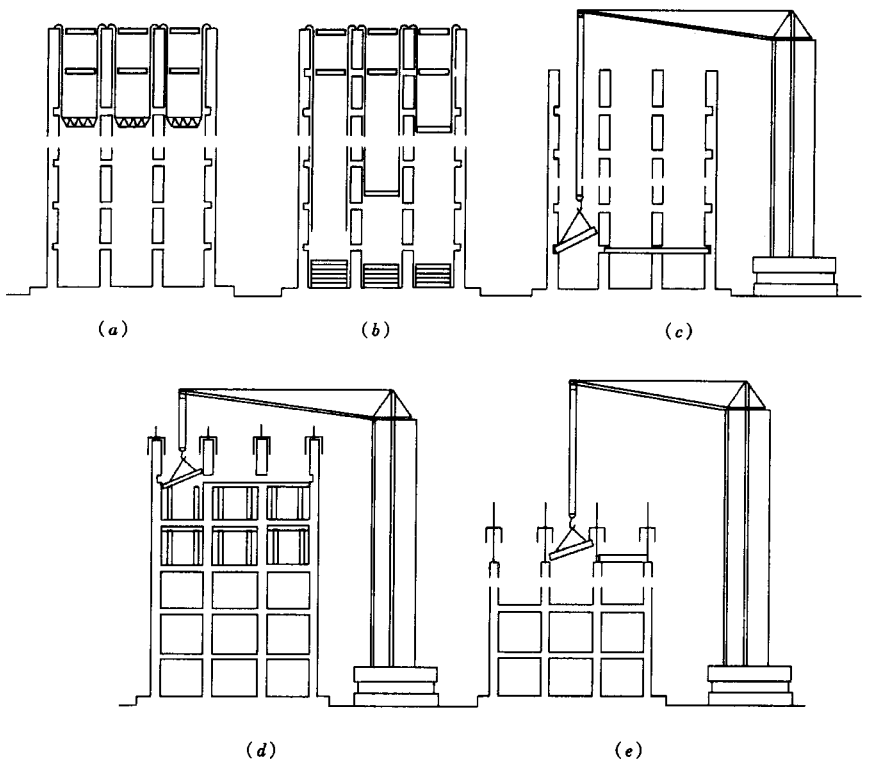


图 4-11-3-4　用滑模现浇墙体时楼板施工的不同类型

（a）用悬挂模板自上而下现浇楼板；（b）预制楼板自上而下进行吊装；（c）自下而上吊装预制楼板；（d）逐层支模板现浇楼板；（e）滑模先空滑一段高度，将预制楼板插入预定位置

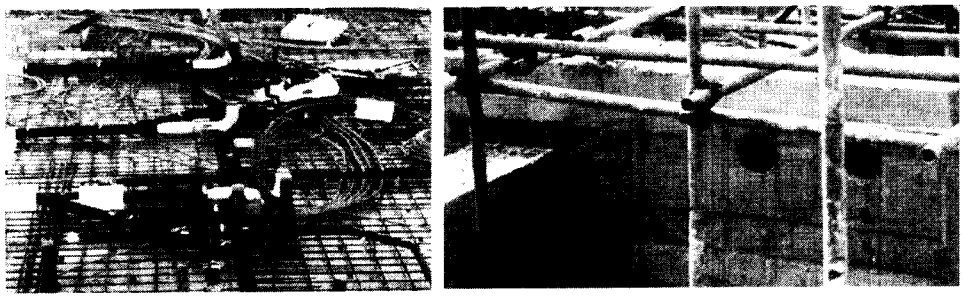
标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

但使用前二者时，建筑结构布置必须是符合能够使用大型工具模具施工而且具有脱模的可能性的。例如隧道模使用后需要像抽屉一样抽出来，需要有足够的空间才行。因此，目前使用较多的还是较小的定型模板组合现浇钢筋混凝土墙板及楼板的方式。

11.4　配套设备的工业化

建筑中的普通配套设备有电气设备、采暖设备、厨房、卫生设备和空调设备等，还有大量的管道会与建筑主体结构交叉。它们与建筑的主体结构的关系有以下几种：

(1) 与主体结构交叉的设备、管线，在主体结构施工时预留设备套管、孔洞或设备井，例如在图 4-11-4-1 中所示的那样，在现浇混凝土楼板中预埋电线的穿线管、在结构梁上预留设备孔洞等，等主体结构完成后，再进行设备及管线的安装。

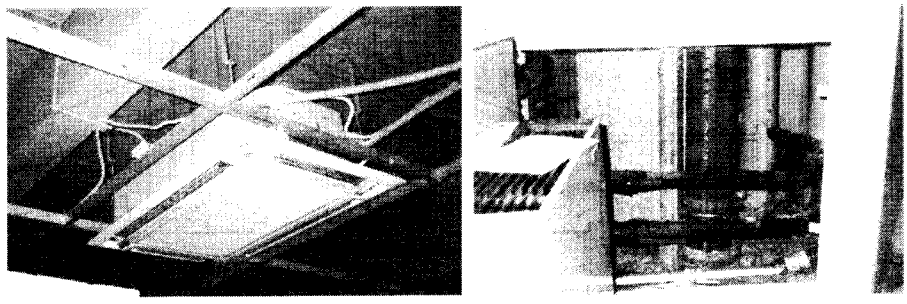


(a)　(b)

图 4-11-4-1　建筑主体结构施工的过程与设备管线布置交叉进行

(a) 在现浇楼板层中放置设备管道或套管；(b) 在结构梁中放置设备套管

(2) 与主体结构不交叉的设备、管线，在主体结构完成后结合面装修等另行布置，例如在图 4-11-4-2 中所示的那样，结合吊顶及墙、柱的装修设置空调、供



(a)　(b)

图 4-11-4-2　主体结构完成后再结合装修等进行设备安装及管线布置

(a) 结合吊顶安放空调设备；(b) 结合墙、柱的面装修安置采暖设备及各种管道

暖等设备和管道；

（3）将设备管道、通风管道、烟道以及卫生间、厨房的整个设备系统或部分设备，做成特殊的预制构件，表面留有接插口，在现场组装后管线很容易连通。这种方法的工业化程度显然比前二者高。例如图 4-11-4-3 中所示的做在相邻卫生间之间或者卫生间与浴室之间的管道墙、管道块，图 4-11-4-4 中所示的整体盒子式的卫生间等等，经过工厂预制，有的甚至完成了部分或全部的面装修，因此现场工作量小，施工速度快。而且这样的设备预制构件在用材及加工方面容易达到较高的质量标准，例如其隔声、保温、防渗漏等方面的效果，一般都比现场现做的要来得好。不过这样的做法需要具有系统性，而且应该满足相关规范关于某些不同种类的管道之间必须分设井道的要求。

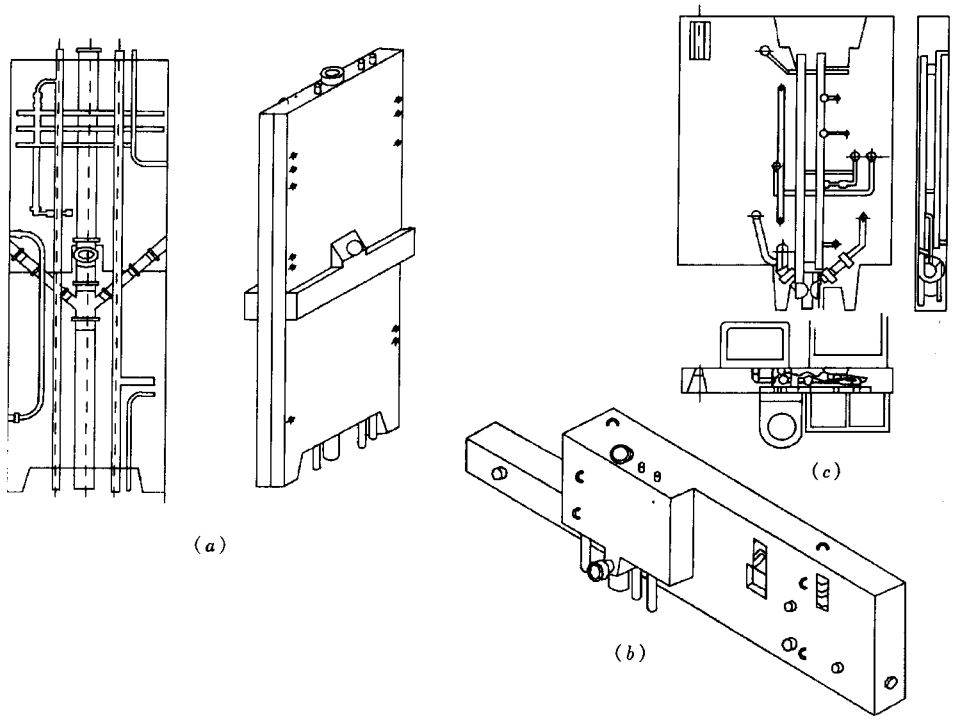
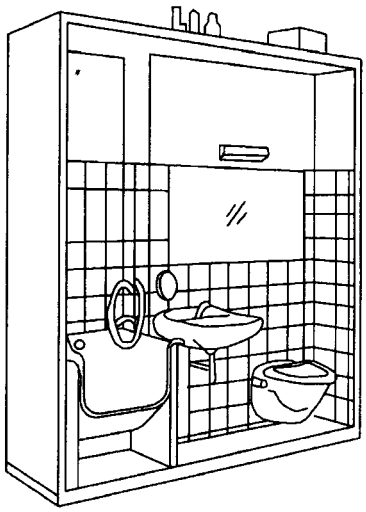


图 4-11-4-3　预制装配式的设备管道墙及管道块

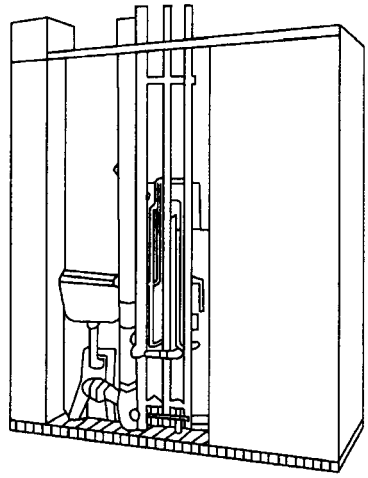
（a）相邻卫生间之间；（b）横向管道块；（c）厕所与浴室之间

图 4-11-4-5 介绍了一个在外挂的外墙板与主体结构梁、柱之间预留设备空间的实例。在该实例中，外墙板的形式以及各种相关的设备、管道、窗框、窗帘盒等都结合设备运行的需要以及内、外装修等做了一体化的设计。像这样的设计做得比较“巧”，但如果不是将建筑当成是一个综合性的系统工程来看待，是无法实现的。

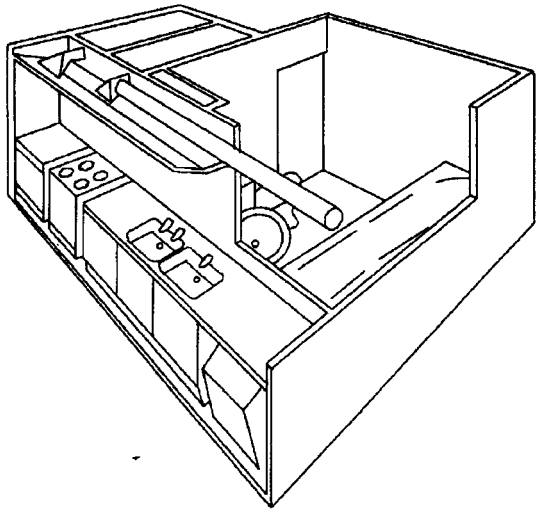
标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载



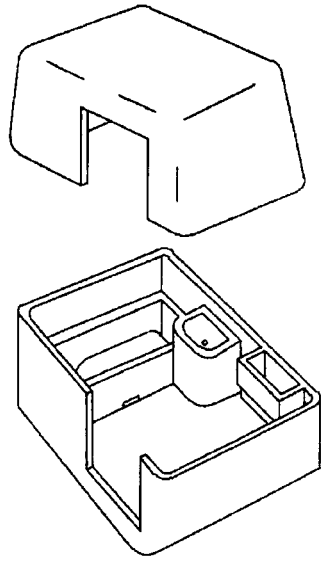
(a)



(b)



(c)



(d)

图 4-11-4-4　整体盒子式的卫生间

(a) 带卫生洁具和装修的盒子卫生间；(b) 盒子卫生间反面管道的布置；

(c) 组合卫生洁具与厨房设备的盒子；(d) 玻璃钢整体式盒子卫生间

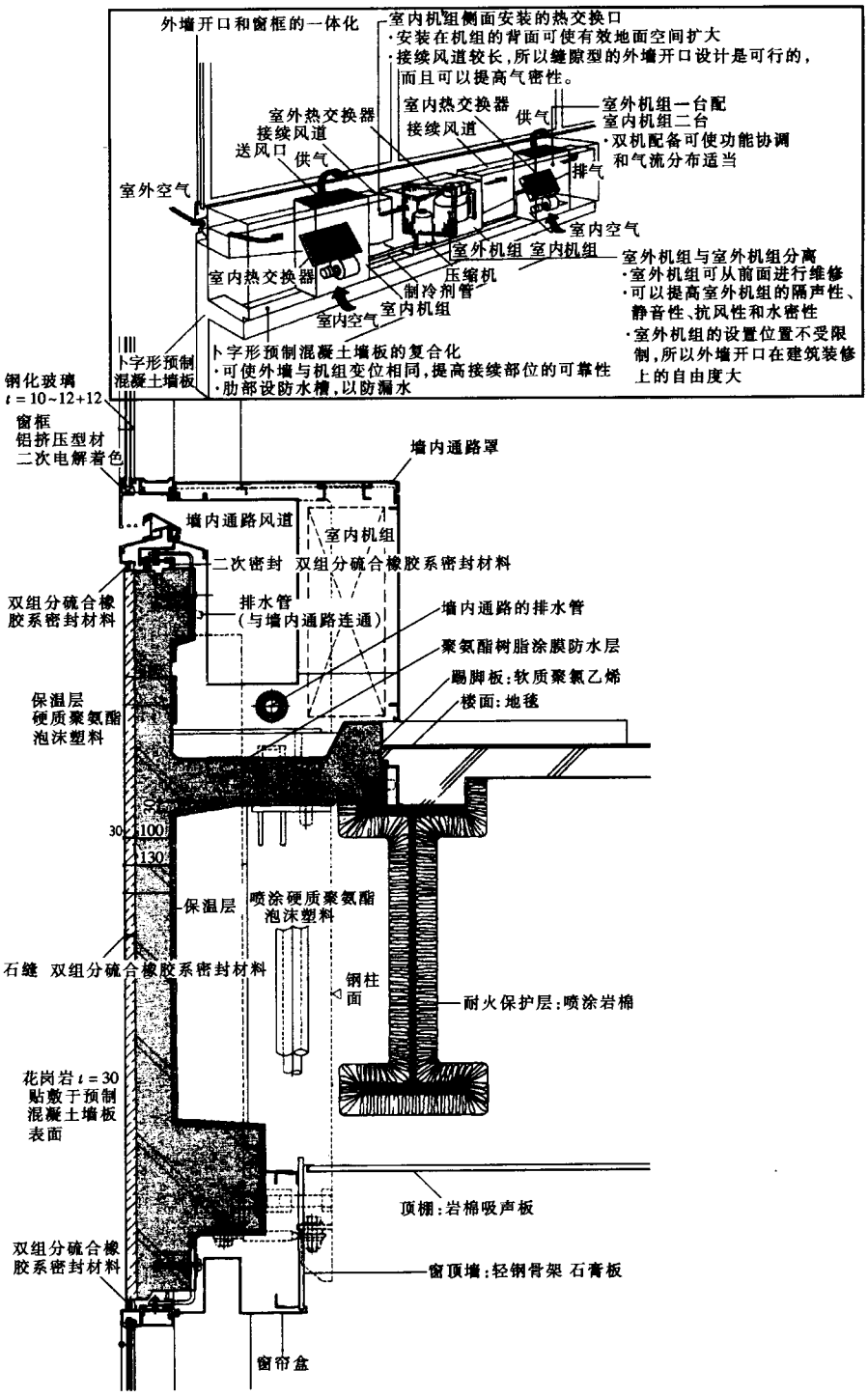


图 4-11-4-5　结合外墙挂板综合布置设备及管线的实例

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

11.5　模数制度及模数尺寸协调

11.5.1　模　数　制　度

模数是一种度量单位。在建筑业中，通过实行模数制度来从数学的组织原则上对构配件的生产进行标准化的控制，以实现工厂化管理和生产组织的目标，并且实现产品的通用性和可互换性。因此说，模数制度是实现建筑工业化和体系化的重要保证。

不过，由于长期以来国际上一直通行英制和公制两种基本的度量单位，难以做到整个社会之间的协调，为此，经过反复的协商，终于达到共识，规定了1个基本模数的尺寸是：

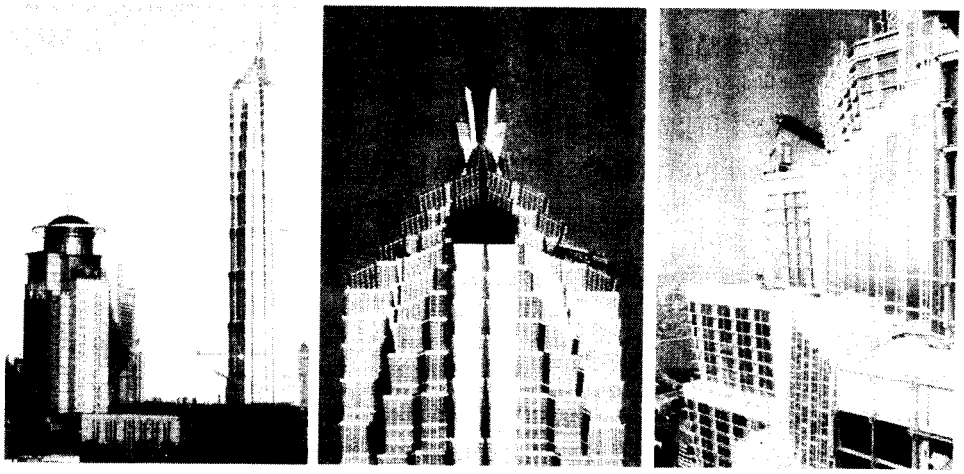
1M = 100mm≈4英寸

这样，只要将基本模数的简单倍数扩展成一个系列就可以构成一个模数化的度量系统。例如我国在公共住宅构件的平面尺寸上采用3M来控制，而在垂直方向采用1M。因此我们经常使用的住宅平面模数会是3M的倍数，如做成33M、36M、39M……的开间及42M、45M、48M……的进深等等，而在层高方面则以1M递进，如做成28M、29M、30M……等等，原则上就可以方便地使用工厂预制的建筑构配件。

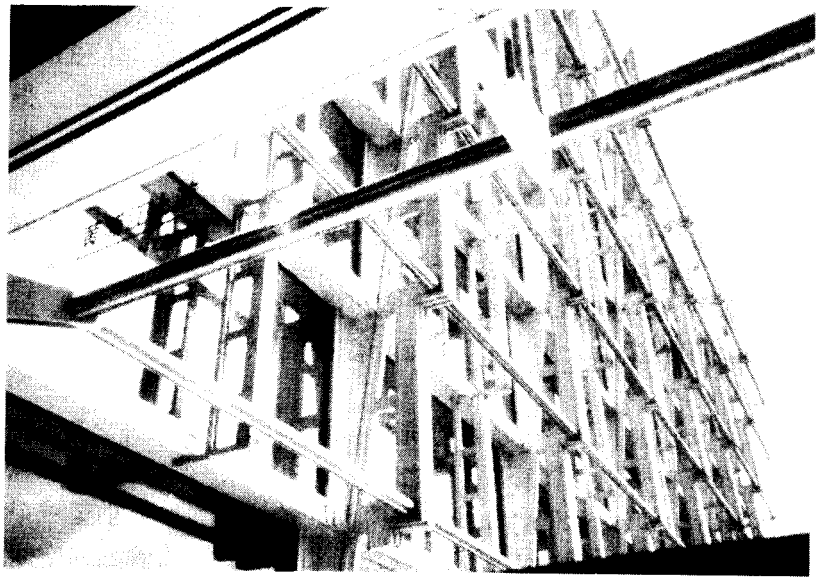
除了控制建筑构配件的基本尺寸之外，模数制度的确立还有利于确定在建筑物中构配件的相对位置以及构件间的连接方式。例如在使用预制板作为楼板的横向承重的骨架体系建筑中，如果两边跨的承重的梁与柱的相对位置为外平，而不是像中间跨那样梁的中心线与柱的中心线重合的话，两边跨的定位轴线以定在边梁的中心线位置为宜，这样可以满足同样长短的标准化的楼板的搁置需要。在全部使用标准预制构件的体系化建筑的设计中，还应该引入模数网格线定位的方法，读者可以查阅有关的专业书籍，在此不继续展开讨论。

总之，按照模数化的原则来进行设计和组织生产是非常重要的，特别是在逐渐限制黏土砖的使用过程中，更是如此。黏土砖的尺寸虽不符合3M的制度，但是因为黏土砖可以在施工过程中轻易地进行剁砖等处理，因此与经过标准化设计生产的预制构件混合使用矛盾并不突出；但是如今开发使用的大量水泥或混凝土替代品如果不按照统一模数进行设计和生产，则会给使用带来困难。例如混凝土的外墙板，板缝间还要进行防水等处理，在现场是不允许随意切割的。就是水泥空心小砌块，还需要上下孔洞对齐，以方便做芯柱等，而且规范还规定了在±0.00以上不允许空心小砌块与黏土砖混用。为此，即便是对单个建筑进行“个性化”的设计，仍然应当重视模数化和标准化设计对加快工业化生产和控制质量标准的重要性。

图 4-11-5-1 所示的是上海金茂大厦的整体、局部外观及外置的玻璃幕墙的支撑杆件。由于采取“塔”形的建筑体型，该建筑在垂直方向分楼层段每段有 0.75m 的收进，而且每一个楼层段的高度要减少上一个楼层段的 1/8。为此，其柱网采用了不等跨布置，中间 3 跨为 9m 不变，边跨则按照上述收进的情况分楼层段变动。这样有利于幕墙采用标准的构件。因为该建筑对幕墙的支撑杆件的要



(a)　(b)　(c)



(d)

图 4-11-5-1　上海金茂大厦的整体、局部外观及外置的玻璃幕墙的支撑杆件
(a) 金茂大厦（右）整体外观；(b) 金茂大厦顶部外观；(c) 金茂大厦外部幕墙局部；
(d) 金茂大厦玻璃幕墙外置的支撑杆件进行标准化设计

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

求很高，既要轻质以适应超高层的需要；又要高强以适应各种变形应力的影响；还要满足气密性及保温的要求，在分作两层的竖框间嵌入高强度、低导热系数的胶木作连接，所以构件的几何尺寸及细部构造均需精确，要求做到丝丝入扣。这只有采用标准构件在工厂精细加工的条件下，才有可能实现。同时，采用标准构件还有利于降低造价以及提高建筑立面的韵律感。

像这样的构件标准化设计和加工甚至在某些非圆形的曲面屋盖上也能够实现。例如有些建筑的椭圆形屋盖系统的构件虽然无法做到完全标准化，但可以做到局部标准化，即把屋盖上划分的小型单元之间的连接点处做成标准构件，在这些标准构件之间插入可以调节长短的杆件，就能够构成不同几何形状的小块屋盖单元。这样可以保证构造最复杂、要求也最高的连接点处的加工质量，还可以简化现场安装的过程。

11.5.2 模数尺寸协调

模数尺寸协调是指在对建筑物进行体系化设计的过程中，对各种采用不同模数系列的构件在定位时采取尺寸协调，即做到尽量符合：安装的任何构配件必须给相邻的构配件留下一个模数化的自由空间，一个构件的自由度应在相邻构件的自由限度开始的地方结束。

这样做的原因主要是因为分属于建筑物不同构成系统的构配件有时很难用一种模数系列来统一，例如钢筋混凝土结构的梁、柱断面尺寸习惯上按 1/2 基本模数即 50mm 递增，但是柱的轴线尺寸和填充墙板的平面尺寸往往都是 3M 的，这时如果想在柱间安装标准化的填充墙板，就需要调整柱子的轴线尺寸，使得柱间留下一个模数化的空间。但这有可能使得楼面板的尺寸变成非模数化的，这就需要进行模数尺寸协调。

图 4-11-5-2 所示的建筑楼面虽然采用整体现浇钢筋混凝土的工艺，但因为使用的是标准化的模壳，所以也应该为模壳的使用在楼面上留下一个尺寸为模数化的空间。这样即便在建筑主体结构完成后，需要进行内部的分隔装修时，分隔构件也同样可以得到一个模数化的空间，因而能够采用标准构件及标准的安装和连接节点。

像这样的尺寸协调往往还会表现在建筑的主体构件与设备系统之间。例如厨房的平面尺寸与厨房设备以及管道井等等之间的协调关系，有时不是单单靠建筑一个行业的模数化就能够解决的，还要靠整个社会的协调。例如小至一个洗碗机，如果不是实行产品外壳的统一模数化设计，就很难确定放置它的空间的大小，也就很难与其他厨房设备进行模数化的尺寸协调，进行整体化的厨房设计。而且，一旦一样设备产品坏了，如果放置它的空间确定了，再与其他不同类型的产品实现互换，选择余地也会较小。因此，建筑工业化的实现，有赖于整个社会的统一协调。

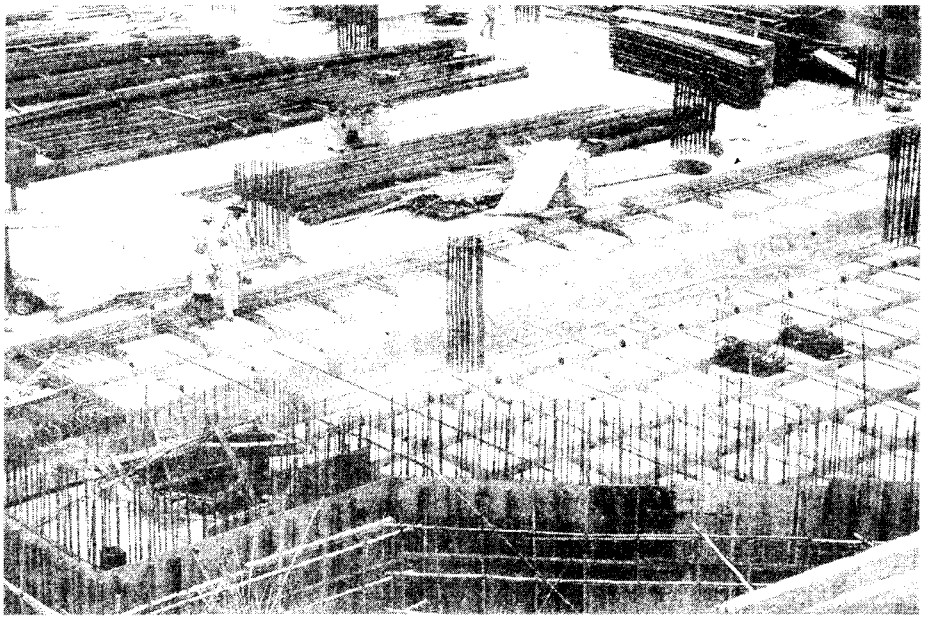


图 4-11-5-2　用标准化模壳作为底模进行整体化浇筑的钢筋混凝土楼面

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第5篇　工业建筑设计

第1章　工 业 建 筑 概 述

1.1　工业建筑的特点、分类与设计要求

1.1.1　工业建筑的特点

工业建筑是指用于工业生产的各种房屋，一般称厂房。工业建筑在设计原则、建筑技术、建筑材料等方面与民用建筑相比，有许多相同之处，但尚具有以下特点：

1. 满足生产工艺要求

厂房的设计以生产工艺设计为基础，必须满足不同工业生产的要求，并为工人创造良好的生产环境。

2. 内部有较大的通敞空间

由于厂房内各生产工部联系紧密，需要大量的或大型的生产设备和起重运输设备。因此，厂房的内部大多具有较大的面积和通敞的空间。

3. 采用大型的承重骨架结构

由于上述原因，厂房屋盖和楼板荷载较大，多数厂房采用由大型的承重构件组成的钢筋混凝土骨架结构或钢结构。

4. 结构、构造复杂，技术要求高

由于厂房的面积、体积较大，有时采用多跨组合，工艺联系密切，不同的生产类型对厂房提出不同的功能要求。因此在空间、采光通风和防水排水等建筑处理上以及结构、构造上都比较复杂，技术要求高。

1.1.2　工 业 建 筑 分 类

工业建筑通常按厂房的用途、内部生产状况及层数分类。

1. 按厂房用途分

(1) 主要生产厂房——用于完成产品从原料到成品的加工的主要工艺过程的各类厂房。例如：机械厂的铸造、锻造、热处理、铆焊、冲压、机加和装配车间。

(2) 辅助生产厂房——为主要生产车间服务的各类厂房，如：机修和工具等

车间。

（3）动力用厂房——为工厂提供能源和动力的各类厂房，如：发电站、锅炉房等。

（4）储藏类建筑——储存各种原料、半成品或成品的仓库，如：材料库、成品库等。

（5）运输工具用房——停放、检修各种运输工具的库房。如：汽车库和电瓶车库等。

2. 按厂房生产状况分

（1）冷加工厂房——在正常温湿度状况下进行生产的车间，如：机械加工、装配等车间。

（2）热加工厂房——在高温或熔化状态下进行生产的车间。在生产中产生大量的热量及有害气体、烟尘。如：冶炼、铸造、锻造和轧钢等车间。

（3）恒温恒湿厂房——在稳定的温湿度状态下进行生产的车间。如：纺织车间和精密仪器等车间。

（4）洁净厂房——为保证产品质量，在无尘无菌，无污染的洁净状况下进行生产的车间。如：集成电路车间、医药工业、食品工业的一些车间等。

3. 按厂房层数分

（1）单层厂房——广泛应用于机械、冶金等工业，适用于有大型设备及加工件，有较大动荷载和大型起重运输设备、需要水平方向组织工业流程和运输的生产项目（图 5-1-1-1）。

（2）多层厂房——用于电子、精密仪器、食品和轻工业，适用于设备、产品较轻、竖向布置工艺流程的生产项目（图 5-1-1-2）。

（3）混合层数厂房——同一厂房内既有多层也有单层，单层或跨层内设置大型生产设备，多用于化工和电力工业（图 5-1-1-3）。

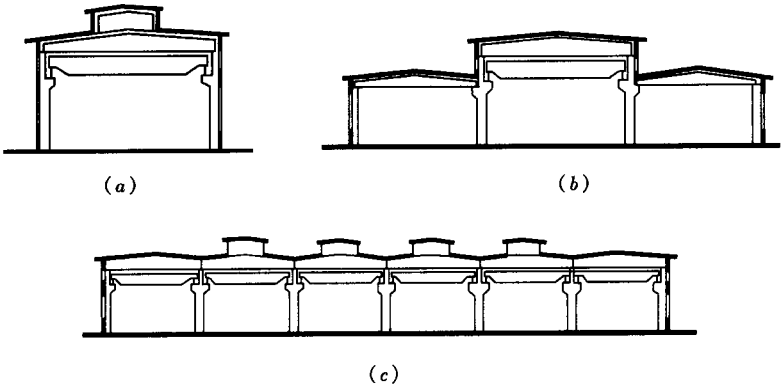


图 5-1-1-1　单层厂房

（a）单跨；（b）高低跨；（c）多跨

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

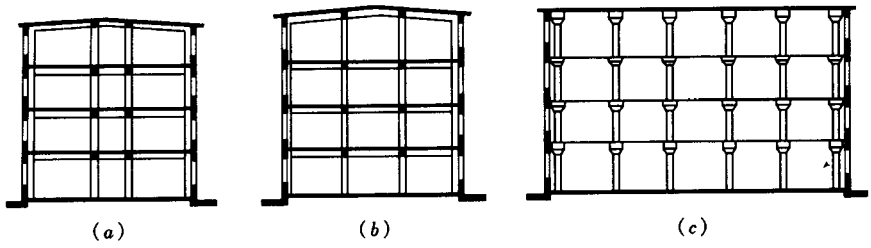


图 5-1-1-2　多层厂房

(a) 内廊式；(b) 统间式；(c) 大宽度式

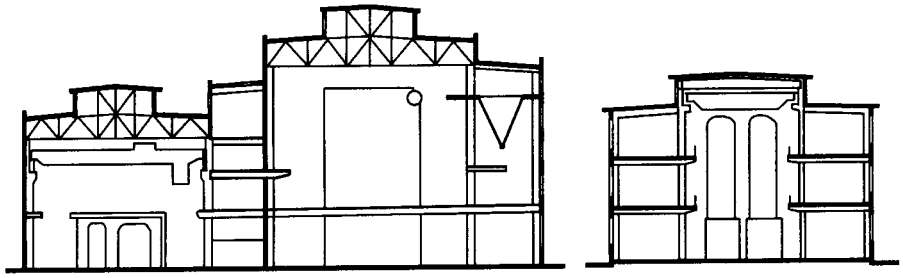


图 5-1-1-3　混合层数厂房

以上三种厂房都可以根据需要做成单跨、双跨、多跨或高低跨。

4. 科研、生产、储存综合建筑（体）

在同一建筑里既有行政办公、科研开发，又有工业生产、产品储存的综合性建筑，是现代高新产业界出现的新型建筑。如：某企业一栋近 3 万 m^2 的综合体内，设有行政办公，产品研发设计、生产车间，并在车间隔离出自动化高架仓库，用以储存产品。

1.1.3　工业建筑设计要求

工业建筑设计是根据我国的建筑方针和政策，按照“坚固适用、技术先进、经济合理”的设计原则，在满足工艺要求的前提下，处理好厂房的平面、剖面、立面，选择合适的建筑材料，确定合理的承重结构、围护结构和构造做法。工业建筑的设计要求如下：

1. 符合生产工艺的要求

为满足生产工艺的各种要求，便于设备的安装、操作和维修，要正确选择厂房的平面、剖面、立面形式及跨度、高度和柱距。确定合理的载重、维护结构与细部构造。

2. 满足有关的技术要求

厂房应坚固耐久，能够经受自然条件、外力、温湿度变化和化学侵蚀等各种不利因素的影响。应具有较大的通用性和适当的扩展条件。应遵循《厂房建筑模

数协调标准》，合理选择建筑参数（高度、跨度、柱距等）。应尽量选用标准构件，提高建筑工业化水平。

3. 具有良好的经济效益

厂房在满足生产使用、保证质量的前提下，应适当控制面积、体积，合理利用空间，尽量降低建筑造价，节约材料和日常维修费用。

4. 满足卫生等要求

厂房应消除或隔离生产中产生的各种有害因素，如：冲击振动、有害气体、烟尘余热、易燃易爆、噪声等，有可靠的防火安全措施，创造良好的工作环境，以利工人的身体健康。

1.2　厂房内部起重运输设备

在生产中为运送原材料、半成品或成品，检修安装设备，厂房内需设置必要的起重运输设备。其中各种吊车对厂房设计影响最大，必须有所了解。常用吊车有以下几种：

1.2.1　单轨悬挂式吊车

在厂房的屋架下弦悬挂单轨，吊车装在单轨上，按单轨线路运行或起吊重物。轨道转弯半径不小于 2.5m，起重量不大于 5t。它操纵方便，布置灵活，但起重幅宽不大（图 5-1-2-1）。

1.2.2　梁　式　吊　车

梁式吊车分为悬挂式吊车（图 5-1-2-2*a*）和支承梁式吊车（图 5-1-2-2*b*）两种。前者在屋架下弦悬挂双轨，在双轨下部安装吊车；后者在两列柱的牛腿上设吊车梁和轨道，吊车装于轨道上。两种吊车的横梁均可沿轨道纵向运行，梁上电葫芦可横向运行和起吊重物，起重量不超过 5t，起重幅面较大。



图 5-1-2-1　单轨悬挂式吊车

1.2.3　桥　式　吊　车

吊车的桥架支承在吊车梁的钢轨上，沿厂房纵向运行。起重小车安装在桥架上面的轨道上横向运行。起重量为 5～400t，甚至更大。司机室设在桥架一端的下方。起重量及起重幅面均较大（图 5-1-2-3）。

根据工作班时间内的工作时间，桥式吊车的工作制分重级工作制（工作时间 > 40%），中级工作制（工作时间 > 25% ～ 40%），轻级工作制（工作时间 > 15%

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

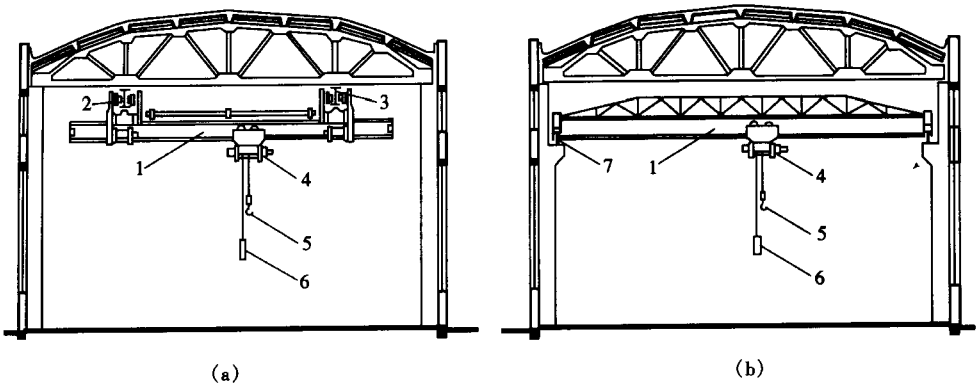


图 5-1-2-2　梁式吊车

（a）悬挂梁式吊车；（b）支承在梁上的梁式吊车

1—钢梁；2—运行装置；3—轨道；4—提升装置；5—吊钩；6—操纵开关；7—吊车梁

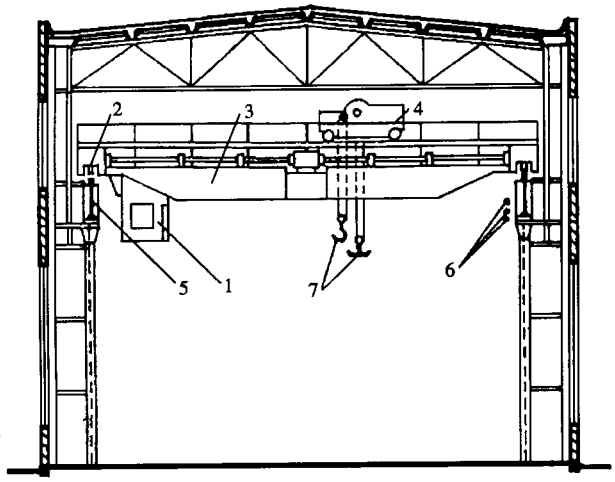


图 5-1-2-3　桥式吊车

1—吊车司机室；2—吊车轮；3—桥架；4—起重小车；5—吊车梁；

6—电线；7—吊钩

~25%）三种情况。

设有桥式吊车时，应注意厂房跨度和吊车跨度的关系，使厂房的宽度和高度满足吊车运行的需要，并应在柱间适当位置设置通向吊车司机室的钢梯及平台。当吊车为重级工作制或其他需要时，尚应沿吊车梁侧设置安全走道板，以保证检修和人员行走的安全。

除上述几种吊车形式外，厂房内部根据生产特点的不同，还有各式各样的运输设备，例如：吊链、辊道、传送带等，此外还有气垫等新型的运输工具，限于篇幅，在此不一一详述。

第2章　工业建筑环境设计

2.1　厂房的热环境

2.1.1　恒温恒湿厂房

某些工业生产要求生产环境温、湿度的变化偏差和区域偏差很小，即具有恒定的温度和湿度（常称为恒温恒湿），否则就会影响产品质量和降低成品率。例如机械工业中，高精度刻线机室要求温度 20±0.2℃（即温度波动控制在±0.2℃以内），否则就要影响刻线的准确性。再如印刷车间，当相对湿度由 25%提高到 80%时，会使纸张改变尺寸 0.8%；在彩色印刷中纸张伸长 0.08%时将造成废品。这种为保证室内温湿度恒定而将进入室内的新鲜空气加温降温、加湿干燥使之达到预定要求的过程，称为空气温湿度处理。这种厂房称为恒温恒湿厂房。

恒温恒湿厂房的控制标准包括两方面内容：一是空气温度和相对湿度基数，也称作基准度；另一是空气温度和相对湿度的允许波动范围，称作温、湿度精度。例如

$$t = 23 \pm 1℃，\ \phi = 71\% \pm 5\%$$

根据生产工艺的不同，恒温恒湿厂房的温湿度基数和精度要求不同。

恒温恒湿厂房宜采用全空气定风量空调系统，新鲜空气由进风口进入，通过对空气的加热（或冷却）、干燥（或加湿）等达到一定的温湿度后，再由风机通过风道、送风口输入室内。室内的部分气流又从回风口抽回和新鲜空气混合后，经过处理循环使用。因此，空调机房、风道、送回风口的布置和气流组织方式都和厂房的建筑空间设计有着密切的关系。

1. 建筑布置

在进行恒温恒湿厂房建筑设计时，对建筑围护结构有一些具体要求，见表 5-2-1-1 和表 5-2-1-2。首先要合理选择厂房的朝向。为了尽量减少太阳辐射得热及冷风的影响，恒温恒湿厂房最好为北向布置，其次是东北或西北，而以西向为最差。为防止冬季热损失过多，在布置时应考虑冬季主导风向的影响，其纵墙面宜与当地冬季主导风向平行。

为了节约能源和降低空调系统的造价，恒温恒湿厂房建筑应限制外窗的传热系数。此外，对于外窗、外门和门斗是否需要设置以及窗的朝向也都有具体的规定（见表 5-2-1-2）。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

恒温恒湿厂房对外墙、屋顶等的要求　　表 5-2-1-1

室温允许波动范围	外　墙	外墙朝向	楼　层	最大传热系数（W/（m^2·K））（括号内为热惰性指标）			
				外墙	内墙和楼板	屋顶	顶棚
≥±1℃	宜减少外墙	宜北向	避免顶层	1.0	1.2	0.8	0.9
±0.5℃	不宜有外墙	宜北向	宜底层	0.8（4）	0.9	-（3）	0.8（3）
±0.1～0.2℃	不应有外墙	—	宜底层	—	0.7	—	0.5（4）

恒温恒湿厂房对外窗、门等的要求　　表 5-2-1-2

室温允许波动范围	外　窗	外门和门斗	内门和门斗
≥±1℃	宜北向、不应有东、西向外窗	不宜有外门，如有经常开启的外门，应设门斗	门两侧温差≥7℃时，宜设门斗
±0.5℃	不宜有外窗	不应有外门，如有外门，必须设门斗	门两侧温差大于3℃时，宜设门斗
±0.1～0.2℃	—	—	内门不宜通向室温基数不同或室温允许波动范围大于±1.0℃的临室

恒温室宜集中布置，可同层水平集中，分层竖向对齐集中，也可混合集中或布置在地下层。集中布置可以减少外围护结构，有利于保持温湿度和缩短管道长度。当不同精度要求的恒温室相邻布置时，可将要求高的恒温室布置在要求较低的恒温室内部，以节约空调费用，并保证高精度的要求。

恒温恒湿厂房的体形应方整，体形系数要小，尽量减少外墙长度。在气流分布许可条件下，可加大恒温室的进深。室内净高也要尽量降低，过高的层高会导致空气分层、温度分布不均等现象。厂房净高可根据气流组织形式进行计算（参考相关资料）。一般顶板送风净高均在2.5～3.0m左右；侧送及散流器送风可在3.5～4.2m左右。有技术夹层时，夹层高度要考虑管道设备及检修所需的高度。

在剖面设计时，还应配合空调系统、风口位置并按充分利用空间的原则来布置管道，如将空调管道集中布置在走廊顶部、技术夹层或管道竖井等。

恒温恒湿厂房一般还有洁净、防振等各方面的工艺要求，因此在布置厂房时要注意这方面的要求，例如选择在较为洁净、远离振源的区域等。

2. 空调机房的布置

空调机房一般应布置在恒温室的附近，靠近其负荷中心，以减少冷热能量的损失，缩短风管长度，节约投资。但由于风机有振动，机房还应远离需要防振、防噪声的恒温车间。有时也可以利用变形缝将两者分开布置。

机房可分为集中式和分散式两种。当空调面积较大又布置集中时，宜采用集

中式布置。当空调面积不大，且又分散布置时，则可采用分散式的布置。前者管理方便，但有时会导致管道延伸过长（一般至风管末端总长不宜超过 60 ~ 70m）和需设置竖向管道井等设施。后者布置灵活，一般适宜在空调面积不大（一般不超过 400 ~ 500m^2）而又分散时选择。

2.1.2　厂房的自然通风

厂房通风有机械通风和自然通风两种。机械通风是依靠通风机的力量作为空气流动的动力来实现通风换气的。它要耗费大量电能，设备投资及维修费也很高，但其通风稳定、可靠。自然通风是利用自然力作为空气流动的动力来实现厂房通风换气的。它是一种既简单又经济的办法，但易受外界气象直接影响，通风不稳定。除个别的生产工艺有特殊要求的厂房和工段选用机械通风（特别是空气调节）外，一般厂房主要是采用自然通风或以自然通风为主辅之以简单的机械通风。为有效地组织好自然通风，在剖面设计中要正确地选择厂房的剖面形式，合理布置进排风口位置，使外部气流不断地进入室内，迅速排除厂房内部的热量、烟尘和有害气体，创造良好的生产环境。

1. 自然通风的基本原理

自然通风是利用热压和风压作为动力来实现的。

（1）热压作用

当空气温度升高时，体积膨胀，密度变小。厂房内各种热源排出大量热量，使厂房内部的气温比室外高。由于室内外空气温度不同，空气密度也不一样。于是室内外的空气形成了重力差。因而在建筑物的下部，室外空气所形成的压力要比室内空气所形成的压力大。这时，如果在厂房外墙下部开门窗洞（如侧窗），则室外的冷空气就会经由下部窗洞进入室内，室内的热空气由厂房上部开的窗口（天窗或高侧窗）排至室外。进入室内的冷空气又被热源加热变轻，上升由厂房上部开的窗口（天窗或高侧窗）排至室外，如此循环，就在厂房内部形成了空气对流，达到了通风换气的目的（图 5-2-1-1）。

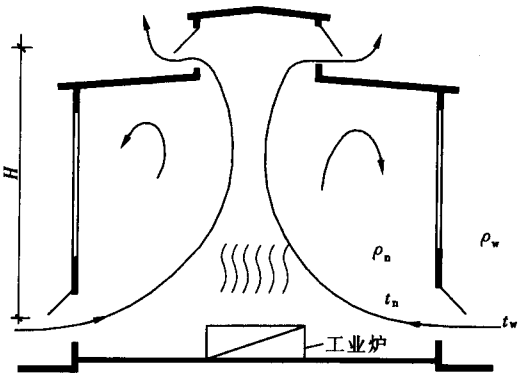


图 5-2-1-1　热压通风原理图

这种由于厂房内外温度差所形成的空气压力差，叫做热压。热压愈大，自然通风效果愈好。其表达式为：

$$\Delta P = g \cdot H(\rho_W - \rho_n) \qquad (5\text{-}2\text{-}1\text{-}1)$$

式中　ΔP——热压（Pa）；

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

g——重力加速度，m/s^2；

H——上下进排风口的中心距离（m）；

ρ_W——室外空气密度（kg/m^3）；

ρ_n——室内空气密度（kg/m^3）。

式5-2-1-1表明，热压大小取决于两个因素，即上下进排风口的中心距离和室内外温度差。为了加强热压通风，可以设法增大上下进排风口的中心距离或增大室内外温度差。

（2）风压作用

根据流体力学原理，当风吹向房屋时，迎风面墙壁空气流动受阻，风速降低，使风的部分动能变为静压，作用在建筑物的迎风面上，因而使迎风面上所受到的压力大于大气压，从而在迎风面上形成正压区。风受到迎风面的阻挡后，从建筑物的屋顶及两侧快速绕流过去。绕流作用增加的风速使建筑物屋顶、两侧及背风面受到的压力小于大气压，形成负压区（图5-2-1-2）。

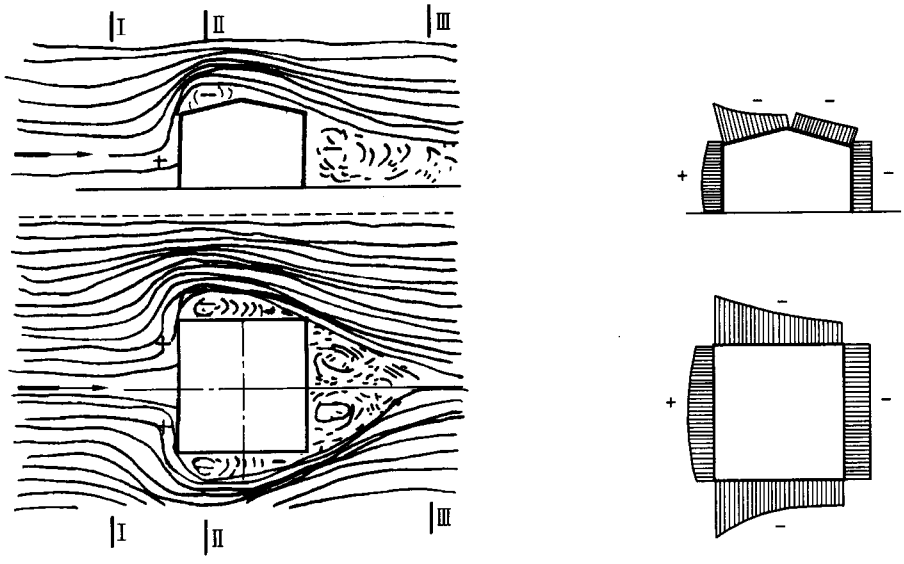


图5-2-1-2　风绕房屋流动状况及风压分布

如果在建筑物的迎风面和背风面上开口，气流就会从正压区流入室内，再从室内流向负压区，把室内的热空气或有害气体从排风口排至室外，达到通风换气的目的，这就形成了风压通风。风压的计算公式如下：

$$p = g \cdot K \cdot \frac{v^2 \rho}{2g} \tag{5-2-1-2}$$

式中　p——风压，Pa；

v——风速，m/s；

ρ——空气密度，kg/m^3；

g——重力加速度，m/s^2；

K——空气动力系数，K 的绝对值在 0～1 之间。

一般情况下，室内自然通风的形成是热压通风和风压通风的综合结果。从组织自然通风设计的角度来看，风压通风对改善室内环境的效果比较显著。但是，由于室外风速和风向经常变化，不稳定，实际通风计算时仅考虑热压的作用。但必须考虑如何组织风压通风来改善厂房内部空气质量。

2. 自然通风设计一般原则

要达到自然通风，设计应注意以下方面：

(1) 建筑朝向的选择

为了充分利用自然通风，应限制厂房宽度并使其长轴垂直于当地夏季主导风向。从减少建筑物接受太阳辐射和组织自然通风角度综合来说，厂房南北朝向是最合理的。

(2) 建筑群的布局

选择了合理的建筑朝向，还必须把整个建筑群的布局安排好，才能组织好室内的通风。一般建筑群的平面布局有行列式、错列式、斜列式、周边式、自由式五种。从自然通风角度来看，行列式和自由式能争取到较好的朝向，使大多数房间能够获得良好的自然通风，其中又以错列式和斜列式的布局为更好。

(3) 厂房开口与自然通风

一般来说，进风口直对着出风口，会使气流直通，风速较大，但风场影响范围小。通常人们把进风口直对着出风口称为穿堂风。如果进出风口错开互为对角，风场影响的区域会大一些。若进出风口相距太近会使气流偏向一侧，室内通风效果不佳。如果进出口都开在正压区域或负压区域墙面一侧或者整个房间只有一个开口，则室内通风状态较差。

为了获得舒适的通风，开口的高度应低一些，使气流才能作用到人身上。高窗和天窗可以使顶部热空气更快散出。室内的平均气流速度只取决于较小的开口尺寸，通常，取进出风口面积相等为宜，如无法相等，以进风口小些为佳。

(4) 导风设计

中轴旋转窗扇、水平挑檐、挡风板、百页板、外遮阳板及绿化均可以挡风、导风，可有效地组织室内通风。

3. 冷加工车间的通风

夏季冷加工车间室内外温差较小，在剖面设计中，主要是合理布置进出风口的位置，选择通风有效的进、排风口形式及构造，合理组织气流路径，形成穿堂风，使其较远地吹至操作区，增加人体舒适感。实践证明，限制厂房宽度并使其长轴垂直夏季主导风向；在侧墙上开窗，在纵横贯通的通道端部设大门；室内少设和不设隔墙等措施对组织穿堂风都是有利的。但是，穿堂风只适用于厂房通道

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

和厂房不太宽的情况。当厂房较宽时，为使车间内部气流稳定，提高工人的舒适感，在夏季厂房都应辅设机械通风，这是我国目前冷加工车间夏季通风的主要方式。

未设天窗时，为排出一定数量的积聚在屋盖下部的热空气，比较简单的措施是在屋脊上设置通风屋脊（图 5-2-1-3）。也可以将排风扇设在屋脊上，驱使室内空气流动，这也是冷加工车间的有效通风措施之一。

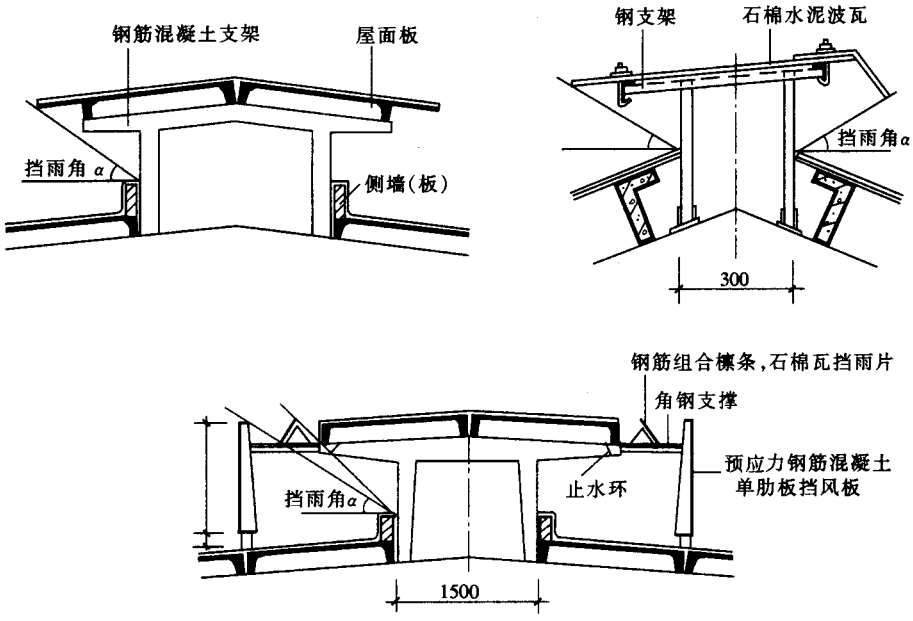


图 5-2-1-3　通风屋脊

4. 热加工车间的通风

热加工车间除有大量热量外，还可能有灰尘，甚至存在有害气体。因此，热加工车间更要充分利用热压和合理地设置进排风口，有效地组织自然通风。

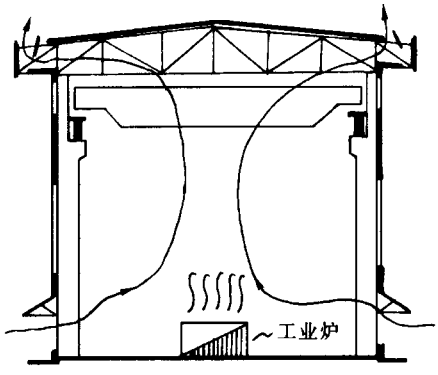


图 5-2-1-4　南方地区热车间剖面示意

（1）进排风口设置

我国幅员辽阔，南北方气候差异较大，建造地区不同，热加工车间进、排风口布置及构造形式也应不同。南方地区夏季炎热，且延续时间长、雨水多，冬季短、气温不低。南方地区散热量较大车间的剖面形式可如图 5-2-1-4 所示。墙下部为开敞式，屋顶设通风天窗。为防雨水溅入室内，窗口下沿应高出室内地面 60 ~ 80cm。因冬季不冷，不需调节进排口面积控制风量，

故进排风口可不设窗扇，但为防雨水飘入室内，必须设挡雨板。

对于北方地区散热量很大的厂房，厂房剖面形式可如图 5-2-1-5 所示。由于冬夏季温差较大，进排风口均须设置窗扇。夏季可将进排风口窗扇开启组织通风，根据室内外气温条件，调节进排风口面积进行通风。侧窗窗扇开启方式有上悬、中悬、立旋和平开四种。其中，平开窗、立旋窗阻力系数小，流量大，立旋窗还可以导向，因而常用于进气口的下侧窗。其他需开启的侧窗可用中悬窗（开启角度可达 80°），便于开关。上悬窗开启费力，局部阻力系数大，因此，排风口的窗扇也用中悬。冬季，应关闭下部进气口，开上部（距地面大于 2.4～4.0m）的进气口，以防冷气流直接吹至工人身上，影响健康。

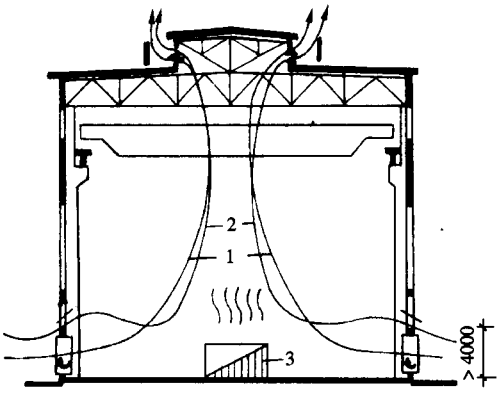


图 5-2-1-5　北方地区热车间剖面示意

1—夏季气流；2—冬季气流；3—工业炉

（2）通风天窗的选择

目前我国常用的通风天窗有矩形通风天窗和下沉式通风天窗两种。天窗形式不同，厂房剖面形式也随之各异。

1）矩形通风天窗　当热压和风压共同作用时，厂房迎风面外墙下部开口，热压和风压的作用方向是一致的，因此从下部开口的进风量比热压单独作用时大。而此时厂房迎风面外墙上部开敞口，热压和风压方向相反，因此从上部开口排风量，要比单独热压作用小，如风压大于热压时，上部开口不能排风，从而形成了所谓“倒灌风”的现象。为了避免这种现象，在天窗侧面设置挡风板，当风吹到挡风板上时产生气流飞跃，在天窗口与挡风板之间形成负压区，保证天窗在任何风向的情况下都能稳定排风。这种带挡风板的矩形天窗称为矩形通风天窗或避风天窗（图 5-2-1-6），在实际中应用较广。

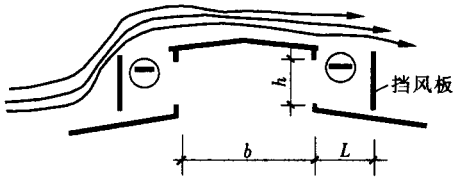


图 5-2-1-6　矩形通风天窗

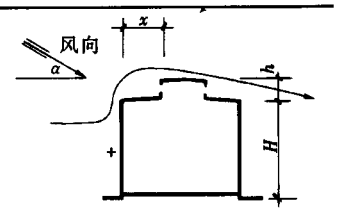
挡风板与窗口的距离影响天窗的通风效果，根据实验，挡风板距天窗的距离 L，应在 $L/h=0.6\sim2.5$ 的范围内。当 $L/h<0.6$ 时，挡风板距离窗口太近，通风效果差；当 $L/h>2.5$ 时，加大 L 值实用意义不大，而且不经济。因此，常用的 L/h 值是：当天窗挑檐较短时，可用 $L/h=1.1\sim1.5$；当天窗的挑檐较长时，可用 $L/h=0.9\sim1.25$。大风多雨地区此值还可偏小。喉口宽度 b 与窗高 h 之间的关系为：$b<6\text{m}$，$h=(0.4\sim0.5)b$；$b>6\text{m}$，$h=(0.3\sim0.4)b$（图 5-2-1-6）。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

根据风绕建筑物流动时风压的分布情况，符合下列条件时，天窗前可不设挡风板：

A. 单跨或多跨厂房的边跨，满足表5-2-1-3的条件时，可不设挡风板。

天窗迎风面上产生负压条件　　**表5-2-1-3**

h/H	$\alpha = 0°$	$\alpha = 5°$	$\alpha = 10°$	
0.05	$0.2 < x/H < 2.6$	$0.2 < x/H < 1.8$	$0.2 \leqslant x/H < 0.95$	
0.10	$0.2 < x/H < 2.2$	$0.2 < x/H < 1.7$	$0.2 < x/H \leqslant 0.9$	
0.20	—	$0.2 < x/H < 1.5$	$0.2 < x/H < 0.70$	
0.30	$0.2 < x/H < 2.0$	$0.2 < x/H < 1.35$	—	h— 天窗高度 H— 厂房高度 x— 迎风面檐口距天窗的距离 α— 风与水平面的夹角
0.40	$0.2 < x/H < 1.8$	—	—	

注：1. 空地时可视 $\alpha = 0°$；

2. 建筑间距为（10～16）H_0（H_0 为前面建筑物的高度）时可视 $\alpha = 5°$；

3. 建筑物间距 $< 10H_0$ 时 $\alpha = 10°$；

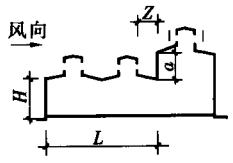
4. 建筑间距 $> 16H_0$ 时，$\alpha = 0°$；

5. 天窗高度 h 在屋面坡度大于1/5时，为屋檐至天窗脊。

B. 两相邻天窗间距 $l \leqslant 5h$ 时，两天窗互起挡风板作用，可不设挡风板（图5-2-1-7）

C. 符合表5-2-1-4的情况，低跨天窗靠近高跨一侧的排风口不会产生倒灌风，可不设挡风板。

Z值最小距离要求　　**表5-2-1-4**

	$\frac{Z}{a}$ 当	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3
	$\frac{L-Z}{H} \leqslant$	1.3	1.4	1.45	1.5	1.65	1.8	2.1	2.5	2.9	3.7	4.0	5.6

注：$\frac{Z}{a} > 2.3$，不论厂房相关尺寸如何，天窗均不产生倒灌风。

2）下沉式通风天窗　矩形通风天窗增加了屋架（或屋面梁）的集中荷载、厂房高度和柱脚弯距，对抗震也不利，钢材和混凝土的消耗量也较多。为克服矩形通风天窗的缺点，在我国的建筑实践中出现了与下沉式采光天窗相似的一种下沉式通风天窗。其优点是：它降低了厂房高度4～5m；减少了风荷载；减少了屋架上的集中荷载，相应的柱和基础

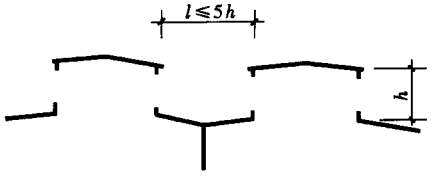


图5-2-1-7　天窗互起挡风作用

断面将有所减少；可节省钢材和混凝土，降低造价；由于重心下降，抗震性能好。下沉式通风天窗的通风口处于负压区，所以通风稳定；布置灵活，热量排除路线短；采光均匀等。其缺点是：屋架上下弦受扭；屋面排水处理复杂；如设窗扇时，构造复杂；有时因屋面板下沉室内会产生压抑感。

按其下沉的形式和部位不同，下沉式天窗可分为井式天窗、纵向下沉式天窗、横向下沉式天窗三类。井式天窗是每隔一个柱距或几个柱距将一定范围内的屋面板下沉，形成一个天井，可在跨中下沉也可在跨边下沉，形成了中井式和边井式天窗（图 5-2-1-8）。纵向下沉天窗是沿整个纵向（两端宜各留一个柱距）将一定宽度范围内的屋面板下沉。根据需要可在跨中或跨边下沉（图 5-2-1-9）。如厂房很宽，室内散热量又大，可采用双列纵向下沉天窗。横向下沉天窗是每隔一个柱距或几个柱距，将整个跨宽的屋面板下沉（图 5-2-1-10）。除矩形通风天窗和下沉式通风天窗外，在实际工作中还有通风屋顶（图 5-2-1-11）等多种形式。

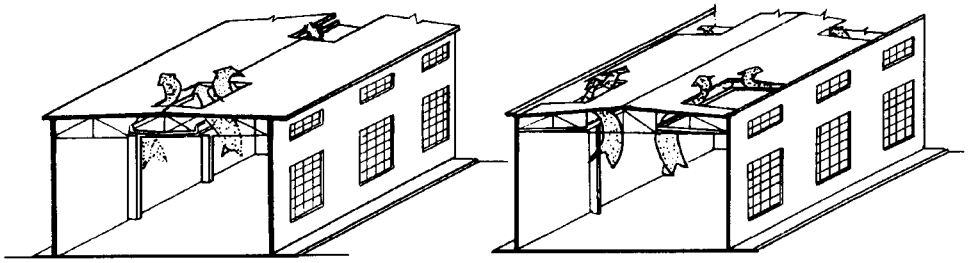


图 5-2-1-8　井式天窗厂房剖面

（a）中井式天窗厂房剖面；（b）边井式天窗厂房剖面

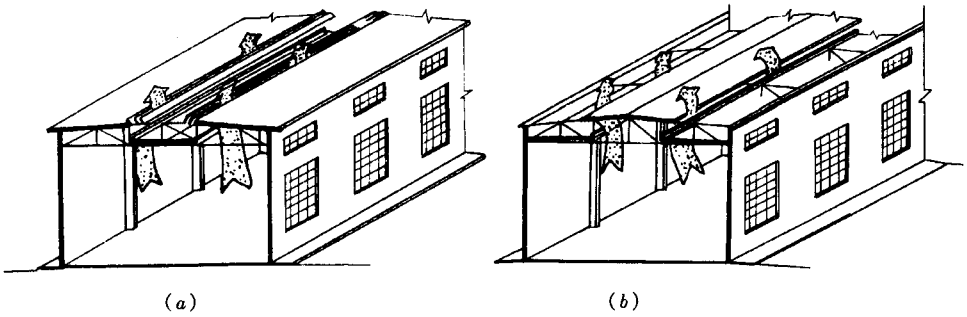


图 5-2-1-9　纵向下沉式天窗厂房剖面

（a）中纵向下沉式天窗厂房剖面；（b）边纵向下沉式天窗厂房剖面

（3）合理布置热源和其他措施

在利用穿堂通风时，热源应布置在夏季主导风向的下风侧，进出风口应布置在一条线上。以热压为主的自然通风，热源宜布置在天窗喉口下面，使气流排出

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

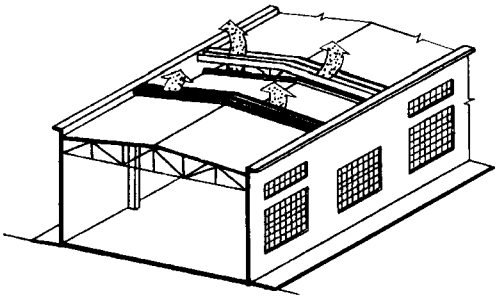


图 5-2-1-10　横向下沉式天窗厂房

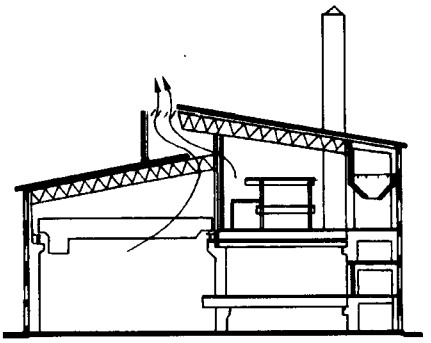


图 5-2-1-11　通风屋顶

路线短，减少涡流。设下沉式天窗时，热源应与下沉底板错开布置。

在多跨厂房中，为有效地组织通风，可将高跨适当抬高，增大进排风口高差。此时，不仅侧窗进风，低跨的天窗也可以进风，但高低跨间的距离不应小于24～40m，以避免高跨排出的污染空气进入低跨。当不可能抬高时或抬高不经济时，而各跨高度又基本相等的情况下，这时应将冷热跨间隔布置，并用轻质吊墙把二者分隔组织通风。吊墙距地面高度3m左右。实测证明，这种措施通风有效，气流源源不断地由冷跨流向热跨(有通风天窗)，气流速度可达1m/s左右。

2.2　厂房的光环境

2.2.1　天然采光标准

白天，厂房室内通过窗口取得光线称为天然采光。天然采光设计就是根据厂房室内生产对光线的要求，确定窗口的大小、形式及其布置，保证室内光线的强弱和质量。窗口的大小、形式及其布置直接影响车间采光状况。如果窗口面积太小，车间光线太暗，影响车间生产；如补充照明，则消耗电能。如果窗口面积太大，一方面增加厂房造价；另一方面，影响冬季和夏季车间空气温度，则会增加冬季采暖和夏季空调能耗。因此，经济、适用的采光设计，必须根据厂房室内生产对光线的要求，按照建筑采光设计标准进行设计。

1. 天然采光标准

太阳是天然光的光源。天然光在通过地球大气层时被空气中的尘埃和气体分子扩散，结果，白天的天空呈现出一定的亮度，这就是天空光。在采光设计中，天然光往往指的是天空光。它是建筑采光的主要光源。天然光强度高，变化快，不好控制。因此，我国《建筑采光设计标准》（GB/T 50033—2001）（以下简称《采光标准》）规定，在采光设计中，天然采光标准以采光系数为指标。采光系数

是室内某一点直接或间接接受天空漫射光所形成的照度与同一时间不受遮挡的该天空半球在室外水平面上产生的天空漫射光照度之比。这样，不管室外照度如何变化，室内某一点的采光系数是不变的。采光系数用符号 C 表示，它是无量纲量。照度是水平面上接受到的光线强弱的指标，照度的单位是 lx，称作勒克斯。

《采光标准》给出不同作业场所工作面上的采光系数标准值（表 5-2-2-1）和工业建筑的采光系数标准值（表 5-2-2-2）。侧面采光系数标准采用最低值 C_{min}作为标准，顶部采光取采光系数平均值 C_{av}作为标准。

我国幅员辽阔，各地光气候差别较大。因此，国家标准中将我国划分为 I-V 个光气候区，采光设计时，各光气候区取不同的光气候系数 K（详见《采光标准》）。表 5-2-2-1 中采光系数标准值都是以Ⅲ类光气候区为基准给出的。在其他光气候区，各类建筑的工作面上的采光系数标准值应为标准中给出的数值乘以相应的光气候系数所得到的数值。

视觉作业场所工作面上的采光系数标准　　**表 5-2-2-1**

采光等级	视觉作业分类		侧面采光		顶部采光	
	作业精确度	识别对象的最少尺寸 d（mm）	室内天然光临界照度（lx）	采光系数 C_{min}（%）	室内天然光临界照度（lx）	采光系数 C_{av}（%）
Ⅰ	特别精细	≤0.15	250	5	350	7
Ⅱ	很精细	0.15 < d ≤0.3	150	3	225	4.5
Ⅲ	精细	0.3 < d ≤1.0	100	2	150	3
Ⅳ	一般	1.0 < d ≤5.0	50	1	75	1.5
Ⅴ	粗糙	d > 5.0	25	0.5	35	0.7

工业建筑的采光等级举例　　**表 5-2-2-2**

采光等级	车间名称	采光等级	车间名称
Ⅰ	特别精密机电产品加工、装配、检验 工艺品雕刻、刺绣、绘画	Ⅲ	机电产品加工、装配、检修，一般控制室，木工、电镀、油漆、铸工，理化实验室，造纸、石化产品后处理，冶金产品冷扎、热轧、拉丝、粗炼
Ⅱ	很精密机电产品加工、装配、检验 通讯、网络、视听设备的装配与调试 纺织品精纺、织造、印染 服装裁剪、缝纫及检验 精密理化实验室、计量室、主控制室 印刷品的排版、印刷 药品制剂	Ⅳ	焊接、钣金、冲压剪切、锻工、热处理，食品、烟酒加工和包装，日用化工产品，炼铁、炼钢、金属冶炼，水泥加工与包装，配、变电所
		Ⅴ	发电厂主厂房，压缩机房、风机房、锅炉房、泵房、电石库、乙炔库、氧气瓶库、汽车库、大中件贮存库，煤的加工、运输、选煤，配料间、原料间

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

2. 天然采光的质量要求

厂房采光设计时，应注意光的方向性，应避免对生产工作产生遮挡和不利的阴影。采光应均匀照亮整个车间。可以采取以下措施以减小窗户对工人产生的不舒适眩光影响：

（1）作业区应减少或避免直射阳光；

（2）工作人员的视觉背景不宜为窗口；

（3）为降低窗户亮度或减少天空视域，可采用室内外遮阳设施；

（4）窗户结构的内表面或窗户周围的内墙面，宜采用浅色粉刷。

2.2.2　采光窗口面积的确定

采光窗口面积的确定，通常根据厂房的采光、通风、立面处理等综合要求，先大致确定窗口面积，然后根据厂房的采光要求进行校验，验证其是否符合采光标准值。采光计算方法很多，《采光标准》规定了一种简易图表计算方法。如果一般厂房对采光要求不十分精确时，《采光标准》中还给出了窗地面积比表（表5-2-2-3），窗地面积比是指窗洞口面积与室内地面面积之比。利用窗地面积比可以简单地估算出采光窗口面积。

采光窗窗地面积比　　**表5-2-2-3**

采光等级	侧　窗	矩形天窗	锯齿形天窗	平天窗
Ⅰ	1/2.5	1/3	1/4	1/6
Ⅱ	1/3	1/3.5	1/5	1/8
Ⅲ	1/4	1/4.5	1/7	1/10
Ⅳ	1/6	1/8	1/10	1/13
Ⅴ	1/10	1/11	1/15	1/23

注：非Ⅲ类光气候区的窗地面积比应乘以相应的光气候系数 K。

2.2.3　天然采光方式和采光窗的选择

采光方式有三种：侧面采光（侧窗）、顶部采光（天窗）、混合采光（侧窗＋天窗）。侧面采光是利用开设在侧墙上的窗子进行采光。顶部采光是利用开设在屋顶上的窗子进行采光。混合采光是这两种方式组合起来同时采光。实际工业建筑中大多采用侧面采光（侧窗）、和混合采光（侧窗＋天窗），很少单独采用顶部采光。

1. 侧面采光

侧面采光分单侧采光和双侧采光两种。单侧窗采光不均匀，房间的天然光照度随进深的增加而迅速降低，采光系数衰减很快（图5-2-2-1）。单侧采光的有效进深约为侧窗口上沿至地面高度 H 的1.5～2.0倍，即 $B=1.5\sim2.0H$。即单侧

采光房间的进深一般不超过窗高的 1.5～2 倍为宜。如厂房很宽，超越单侧采光所能解决的范围时，就要用双侧采光或辅以人工照明。

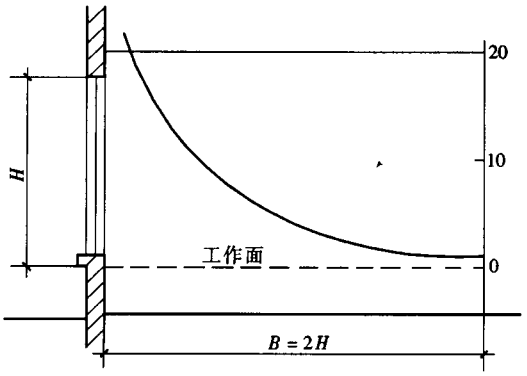


图 5-2-2-1　单侧采光光线衰减示意图

在有桥式吊车的厂房中，常将侧窗分上下两段布置，上段称之为高侧窗，下段称之为低侧窗（图 5-2-2-2）。高侧窗投光远，光线均匀，能提高远窗点的采光效果。低侧窗投光近，对近窗点光线有利。这种高低侧窗结合布置，不仅使结构构件位置所分隔，而且也充分利用高低侧窗的特点，解决了较高、较宽厂房的采光问题。同时，侧窗造价便宜，构造简单，施工方便，能减少屋顶的集中荷载。因此，在设计中应尽量利用高低侧窗结合布置方式解决多跨厂房的采光问题（图 5-2-2-3）。

为方便工作（如检修吊车轨等）和不使吊车梁遮挡光线，高侧窗下沿距吊车梁顶面不应太高和过低，一般取 600mm 左右为宜（见图 5-2-2-2）。低侧窗下沿（窗台）一般应略高于工作面的高度，工作面高度一般取 0.8m 左右。沿侧墙纵向工作面上光线分布情况和窗子及窗间墙宽度有关。窗间墙愈宽，光线愈明暗不均，因而窗间墙不宜设得太宽，一般以等于或小于窗宽为宜。如沿墙工作面上要求光线均匀，可减少窗间墙的宽度或取消窗间墙做成带形窗。

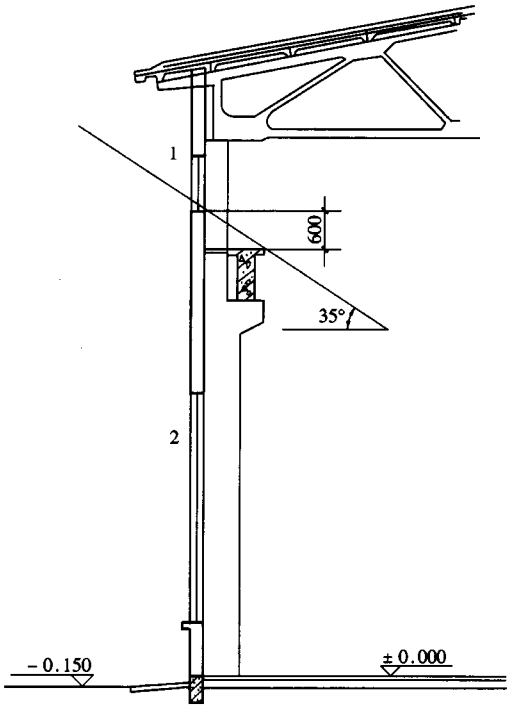


图 5-2-2-2　高低侧窗示意图

1—高侧窗；2—低侧窗

2. 顶部采光

顶部采光形式包括矩形天窗、锯齿形天窗、平天窗等。

（1）矩形天窗

图 5-2-2-4 是采用矩形天窗的厂房剖面形式。当窗扇朝向南北时，室内光线均匀，直射光较少。由于玻璃面是垂直的，受污染程度

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

低，易于防水。窗扇可开启，有一定的通风作用。矩形天窗的缺点是增加了厂房的体积和屋顶承重结构的集中荷载，屋顶结构复杂，造价高，抗震性能不好。

为了获得良好的采光效果，合适的天窗宽度为 1/2 ~ 1/3 厂房跨度。两天窗的边缘距离 l 应大于相邻天窗高度和的 1.5 倍，即 $l > 1.5(h_1 + h_2)$(图 5-2-2-5)。

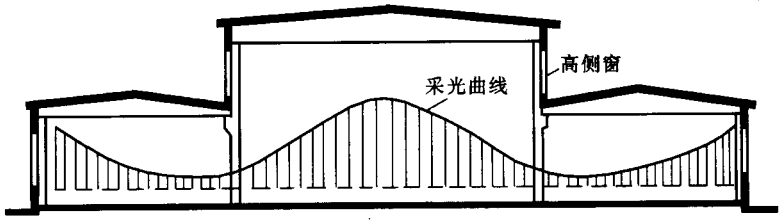


图 5-2-2-3　高低侧窗结合布置采光

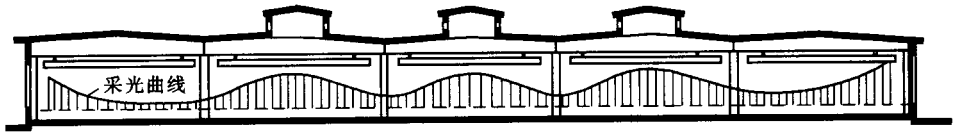


图 5-2-2-4　矩形天窗厂房剖面

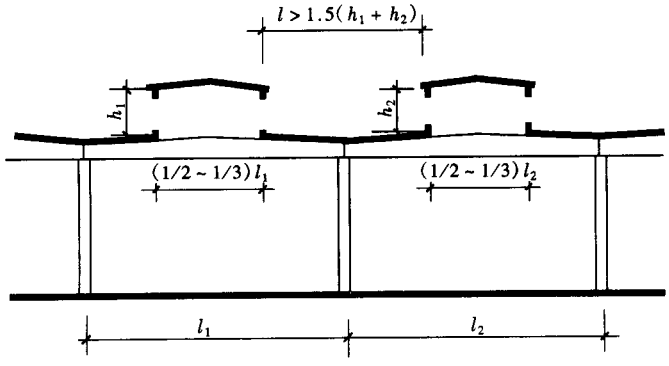


图 5-2-2-5　天窗宽度与跨度的关系

(2) 锯齿形天窗

在某些工厂，由于生产工艺的特殊要求，如纺织厂等，为了使纱线不易断头，厂房内要保持一定的温湿度，要有空调设备。这就要求室内光线稳定、均匀，无直射光进入室内，避免产生眩光及不增加空调设备负荷。因而这种厂房常采用窗口向北或接近北向的锯齿形天窗（图 5-2-2-6)。采用这种形式，厂房工作面不仅能得到由天窗透入的光线，而且还由于屋顶内表面的反射增加了反射光。因此，锯齿形天窗采光效率高，在满足同样的采光标准的前提下，锯齿形天窗可比矩形天窗节约玻璃面积 30% 左右。由于玻璃面积少又朝北，因而在炎热地区

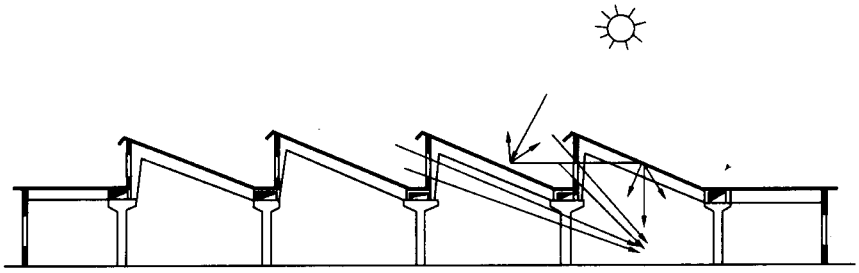


图 5-2-2-6　锯齿形天窗厂房剖面

对防止室内过热也有好处。

（3）横向天窗

当厂房采光要求较高和受建设地段条件的限制不得不将厂房纵轴南北向布置时，为避免西晒和夏季室内过热，可采用横向天窗。这种天窗具有采光面大，效率高，光线均匀等优点。横向天窗有两种：一种是突出于屋面，一种是下沉于屋面。后者是将一个柱距或几个柱距内的屋面板下沉，支承在屋架下弦上，相邻屋面板仍支于屋架上弦上，利用两部分屋面板位置的高差（即屋架上下弦高差）作采光口，这种天窗称之为横向下沉式天窗（图 5-2-2-7）。它比前者和纵向矩形天窗造价低。因此，这种天窗在实际中也常被采用。其缺点是：窗扇形不标准或构造复杂，厂房纵向刚度较差。

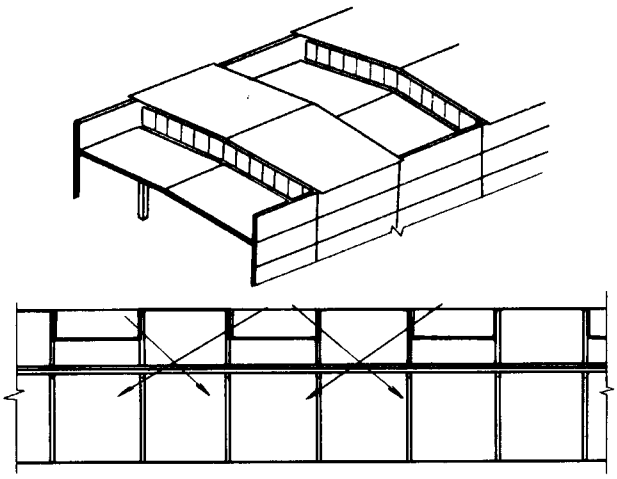


图 5-2-2-7　横向下沉式天窗厂房剖面

（4）平天窗

平天窗就是在屋面板上直接设置水平或接近水平的采光口（图 5-2-2-8）。这

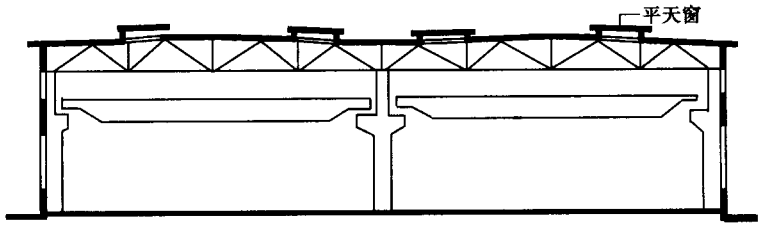


图 5-2-2-8　平天窗厂房剖面

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

种天窗采光效率高，采光均匀，它比矩形天窗平均采光系数要大2～3倍，即在同样采光标准要求的采光面积为矩形天窗的1/3～1/2，可节约大量的玻璃面积。

平天窗采光口可分采光板、采光罩和采光带三种。带形或板式天窗多数是在屋面板上开洞，覆以透光材料构成的。采光口面积较大时，则设三角形或锥形钢框架，窗玻璃斜置在钢架上。采光带可以纵向或横向布置。采光罩是一种用有机玻璃、聚丙烯塑料或玻璃钢整体压铸的采光构件，有圆穹形、扁平穹形、方锥形等各种形状。采光罩一般分为固定式和开启式。开启式可以自然通风。采光罩的特点是重量轻，构造简单，防水可靠，布置灵活。

平天窗的缺点：在采暖地区，玻璃面上容易结露；如设双层玻璃，则造价高，构造复杂。在炎热地区，通过平天窗透过大量的太阳辐射热；在直射阳光作用下工作面上眩光严重。此外，平天窗在尘多雨少的地区容易积尘和污染，使用几年以后采光效果大大降低。

此外，为便于排水，减少积尘，在实践中还出现了三角形天窗（图5-2-2-9）。即将玻璃面抬高（一般与水平面呈30°～45°），宽度为3～6m，需设天窗架。此外，还有折板屋顶的采光天窗（图5-2-2-10）和壳体结构的采光处理（图5-2-2-11）等。

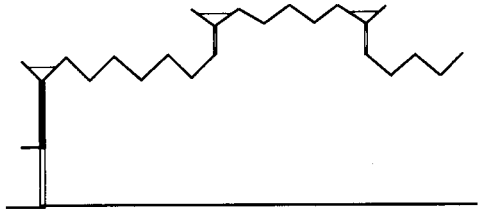


图5-2-2-9　三角形天窗厂房剖面图

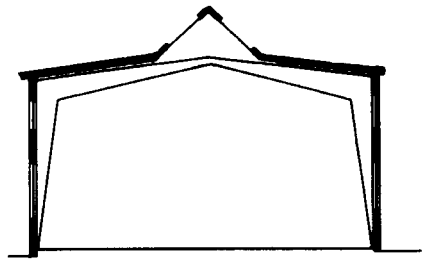


图5-2-2-10　折板屋顶的采光天窗布置

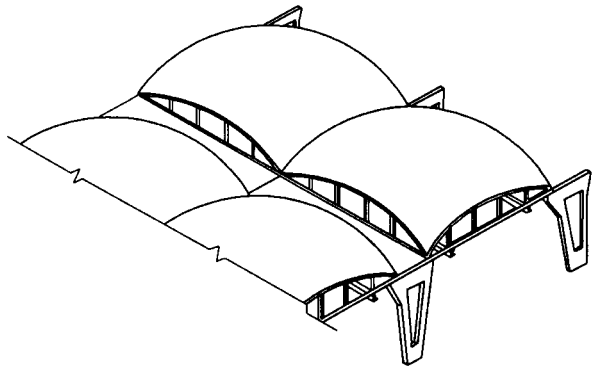


图5-2-2-11　壳体屋顶采光示意

2.3 厂房的声环境

广义的噪声定义为，凡人们不愿听的各种声音都是噪声。从物理学的角度来看，噪声是指由频率和强度都不同的各种声音杂乱地组合而产生的声音。噪声的危害是多方面的。噪声可以使人听力衰退，严重的可导致噪声性耳聋；会引起多种疾病；会影响人的正常生活；使劳动生产率降低等。近年来，随着城市建设的发展和人类活动的丰富，噪声污染已成为现代社会的四大公害之一。在我国环境污染投诉中，噪声投诉已排到了第一位。

2.3.1 噪声允许标准

我国现已颁布的与工业建筑声环境有关的噪声控制标准有:《中华人民共和国环境噪声污染防治法》、《城市区域环境噪声标准》、《工业企业噪声控制设计规范》和《工业企业厂界噪声标准》等。为了防止环境振动污染,我国也颁布了《城市区域环境振动标准》,但尚无工业企业卫生振动标准。表 5-2-3-1 ~ 表 5-2-3-3 给出了部分噪声标准。

城市区域环境噪声标准 Leq（dBA）（GB 3096—93）　　表 5-2-3-1

类　别	适　用　区　域	昼　间	夜　间
0	疗养区、高级宾馆和别墅区等需特别安静的区域	50	40
1	居住、文教机关为主的区域	55	45
2	居住、商业、工业混杂区	60	50
3	工业区	65	55
4	交通干线两侧区域	70	55

工业建筑室内允许噪声级（dBA）（GBJ 87—85）　　表 5-2-3-2

序号	地　点　类　别		噪声限值（dB）
1	生产车间及作业场所（工人每天连续接触噪声 8h）		90
2	高噪声车间设置的值班室、观察室、休息室（室内背景噪声）	无电话通话要求时	75
		有电话通话要求时	70
3	精密装配线、精密加工车间的工作地点、计算机房（正常工作状态）		70
4	车间所属办公室、实验室、设计室（室内背景噪声）		70
5	主控室、集中控制室、通讯室、电话总机室、消防值班室（室内背景噪声）		60
6	厂部所属办公室、会议室、设计室、中心实验室（包括试验、化验、计量室）（室内背景噪声）		60
7	医务室、教室、哺乳室、托儿所、工人值班室（室内背景噪声）		55

注：标准中对昼间和夜间的划分，通常认为 7:00—22:00 为昼间，22:00—7:00 为夜间。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

各类厂界噪声标准 Leq（dBA）（GB 3096—93）　　表 5-2-3-3

类　别	适　用　区　域	昼　间	夜　间
Ⅰ	居住、文教机关为主的区域	55	45
Ⅱ	居住、商业、工业混杂区	60	50
Ⅲ	工业区	65	55
Ⅳ	交通干线两侧区域	70	55

2.3.2　厂房内噪声的控制

为了防止工业噪声的危害，保障职工的身体健康，给工人创造一个良好的生产环境，在厂房设计中对室内噪声必须采取相应措施，使其达到有关规范所允许的水平。目前厂房内噪声控制方法有：控制噪声源，降低声源噪声；在噪声传播途径上控制噪声；对接受者采取保护措施（劳动保护）等。

1. 控制噪声源

控制噪声源是控制噪声的最有效办法。通常，结合工业企业的工艺设计、设备选择及管线设计、应用新材料改进设备结构、提高零件加工精度和装配质量等，可以对噪声源进行控制。譬如，用低噪声的焊接代替高噪声的铆接；用无声的液压代替冲压；以液动代替气动等。设备选择时宜用噪声小、振动低的设备等。这些措施都可以显著地控制噪声源。

2. 接受者防护

控制噪声还可以在接受点对接受者进行个人防护。个人防护是一种经济而又有效的措施。常用的防护用具有耳塞、防声棉、耳罩、头盔等。它们主要是利用隔声原理来阻挡噪声传入耳膜。此外，在车间和其他噪声环境中，可使用隔声间对工人进行保护。

3. 在噪声传播途径上控制噪声

在噪声传播的途径上控制噪声主要结合工业企业的厂址选择、总平面设计等来阻断和屏蔽声波的传播，或使声波传播的能量随距离增大而衰减。

（1）利用闹静分开的方法降低噪声

高噪声的工业企业应集中在工业区选址，应远离居民住宅区、医院、学校、宾馆；对外部噪声敏感的工业企业应避免在高噪声环境中选址，并远离铁路、公路干线、飞机场及主要航线；在厂区内应将高噪声厂房与低噪声厂房分开，在它们之间布置辅助车间、仓库等；将噪声较大的车间集中起来，与办公室、实验室等分开；噪声源尽量不露天放置等。

（2）利用地形和声源的指向性控制噪声

如果噪声源与需要安静的区域之间有山坡、深沟等地形地物时，可以利用它们的障碍作用减少噪声的干扰。主要噪声源宜布置在较低的位置，噪声敏感区宜布置在自然屏障的声影区。同时，利用声源的指向性，使噪声指向空旷无人区或

者对安静要求不高的区域。

(3) 利用绿化降低噪声

采用植树、植草坪等绿化手段也可减少噪声的干扰程度。实验表明，多条窄林带的隔声效果比只有一条宽林带好。林带的高度大致为声源至声区距离的两倍。林带应尽量靠近声源，这样降噪效果更好。林带应以乔木、灌木和草地相结合，形成一个连续、密集的障碍带。树种一般选择树冠矮的乔木，阔叶树的吸声效果比针叶树好，灌木丛的吸声效果更为显著。

(4) 采取声学控制手段

除以上控制噪声的方法外，工业企业可采用隔声、吸声、隔振与阻尼等噪声控制技术。

1) 隔声降噪设计　隔声设计就是将噪声控制在局部空间内。可以利用隔声罩对声源进行隔声设计；可以利用隔声间对接受者进行隔声设计；也可以利用隔声屏障对噪声的传播途径进行隔声设计。

A. 隔声罩：采用隔声罩来控制车间内独立的强噪声源。隔声罩可降低噪声 10 ~ 40dB 不等。隔声罩罩面必须选择有足够隔声能力的材料制作，如钢板、砖、混凝土等。如采用带有阻尼层的钢板或铝板制作，钢板或铝板的厚度为 0.5 ~ 2mm。隔声罩内壁面与设备之间留有较大的空间，一般为设备所占空间的 1/3 以上。隔声罩内壁面贴覆吸声材料，隔声罩的焊接缝或拼接缝应防止漏声，罩与地面应注意密封及隔振处理。隔声罩设有观测窗，设备控制系统引到罩外进行操作，隔声罩所有的通风、排烟及生产工艺开口都要进行消声处理。

B. 隔声间：当不宜对声源作隔声处理，而又允许操作管理人员不经常停留在设备附近时，隔声设计可采用对接受者进行隔声保护的隔声间。隔声间设计降噪量可达到 20 ~ 50dB。隔声间分为封闭式和半封闭式两种，一般多用封闭式结构。隔声间应选用隔声量较大的墙体材料，如砖、混凝土等。必要时，隔声间墙体和屋顶可采用双层隔声结构。门窗等隔声构件宜采用带双道隔声门的门斗与多层隔声窗。隔声门窗必须防止缝隙漏声。隔声间围护结构内表面应进行吸声设计。隔声间的通风换气口应进行消声设计。

C. 隔声屏障：对于工人多、强噪声源比较分散的大车间，可以设置隔声屏障或带有生产工艺孔洞的隔墙，将车间在平面上划分为几个不同强度的噪声区域。隔声屏障是用来遮挡声源和接收点之间直达声的措施。隔声屏障可以将波长短的高频声反射回去，使屏障后面形成“声影区”，在声影区内感到噪声明显下降。对波长较长的低频声，由于声波容易绕射过去而使隔声效果变差。隔声屏障设计降噪量可达到 10 ~ 20dB。隔声屏障所用材料多是砖石、砌块和混凝土预制板结构等。屏障应靠近声源或接收者。室内设置隔声屏障时，应在屏障一侧或两侧贴覆吸声材料，加铺吸声材料的一面朝向声源。

2) 吸声降噪设计

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

一般车间内表面多是一些硬的对声音反射很强的材料，如钢筋混凝土顶，光滑的墙面和水泥地面。当机器发出噪声时，对操作人员来说，除了听到由机器传来的直达声外，还可听到由房间内表面多次反射而形成的反射声（又称混响声）。直达声和反射声叠加就加强了室内噪声的强度。如果在室内屋顶和墙壁内表面贴以吸声材料或吸声结构，在室内空间悬挂一些吸声体或设置吸声屏，机器发出的噪声，碰到吸声材料部分声能会被吸收掉，使反射声减弱，操作人员听到的只是从声源发出的经过最短距离到达的直达声和被减弱的反射声，这时总的噪声级就会降低，这就是吸声降噪设计。因此，车间吸声少、混响声较强时可以采用吸声降噪处理，车间吸声降噪量可达到3～12dB。

3）隔振设计

为了减弱设备运行时产生的振动以及由振动引起的固体声，必须对设备进行隔振设计。设备隔振一般包括设备基础隔振和管道隔振两部分内容。隔振的主要方法是在振源与结构之间装设减振装置。如在机械设备与基础之间装有减振器或减振垫层，还有用弹性联结代替刚性联结，以减少振源的振动能量向基础的传递；或当基础振动时，为避免置于其上的机器设备受到干扰在机器设备下设减振器。前者称为积极隔振，后者称为消极隔振。

A. 设备基础隔振：在振源（设备）与基础间配置隔振器或隔振垫，可有效地控制振动，从而减低由建筑结构传递的振动和固体声。隔振装置包括隔振器和隔振垫两大类。常用的隔振器有金属螺旋弹簧、金属碟形弹簧、不锈钢钢丝弹簧等。隔振垫是指具有一定弹性的材料，常见的隔振垫有橡胶垫、玻璃棉板、矿棉毡、软木板、海绵、泡沫塑料等。

B. 管道隔振：设备的振动，除了通过基础传递外，还可以通过管道和管内介质，以及固定管道的构件传递并辐射噪声。因此，需要进行管道隔振。管道隔振是通过设备与管道之间的软连接（即弹性连接）实现的。目前常用的隔振软管有橡胶软管、不锈钢波纹软管等。

4）减振阻尼　使用金属板做隔声罩、隔声屏或通风管道时，由于金属板材容易受激振动而辐射噪声，为了有效地抑制振动，需在薄的钢板上贴上或喷涂一层内摩擦阻力大的材料，如沥青、软橡胶或其他高分子涂料配成的阻尼浆，这种措施称之为减振阻尼，简称阻尼。

目前，常用的阻尼材料有沥青、软橡胶、石棉漆、石棉沥青膏，硅石阻尼浆等。常用的阻尼结构有自由层阻尼处理和约束层阻尼处理两种。自由层阻尼处理就是在基础结构表面上直接粘贴阻尼材料。该处理结构简单，计算简便；但是不可能提供很大的阻尼。约束层阻尼处理是在结构的基板表面粘贴阻尼层后，再贴上一层刚度较大的压缩棉线。该处理结构可以提供较大的结构损耗因子，应用广泛。

2.4 洁净厂房设计

2.4.1 洁净厂房与洁净度

洁净厂房是应用洁净技术实现控制生产环境空气中的含尘、含菌浓度、温度、湿度与压力，以达到所要求的洁净度与其他环境参数。它可分类为：

（1）工业洁净厂房，它主要控制生产环境空气含尘浓度，如电子、宇航和精密仪表等工业厂房。

（2）生物洁净厂房，它主要控制生产环境空气含菌浓度，如制药、食品和日化等工业厂房。

我国洁净厂房洁净度等级标准见表 5-2-4-1。

洁净室及洁净区空气中悬浮粒子洁净度等级　　表 5-2-4-1

空气洁净度等级（N）	大于或等于表中粒径的最大浓度限制（pc/m³）					
	0.1μm	0.2μm	0.3μm	0.5μm	1μm	5μm
1	10	2				
2	100	24	10	4		
3	1000	237	102	35	8	
4	10000	2370	1020	352	83	
5	100000	23700	10200	3520	832	29
6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
7				352000	83200	2930
8				3520000	832000	29300
9				35200000	8320000	293000

注：1. 每个采样点应至少采样 3 次。

2. 本标准不适用于表征悬浮粒子的物理性、化学性、放射性及生命性。

3. 根据工艺要求确定 1～2 种粒径。

4. 各种要求粒径 D 的粒子最大允许浓度 C_n 由下面公式确定，要求的粒径在 0.1～5μm 范围，包括 0.1μm 及 5μm。

$$C_n = 10^N \times \left(\frac{0.1}{D}\right)^{2.08}$$

式中　C_n——大于或等于要求粒径的粒子最大允许浓度（pc/m³）。C_n 是以四舍五入至相近的整数，有效位数不超过三位数。

N——洁净度等级，数字不超出 9，洁净度等级整数之间的中间数可以按 0.1 为最小允许递增量。

D——要求的粒径，μm

0.1——常数，其量纲为 μm。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

2.4.2　尘源及防尘措施

大气中的尘埃是多方面的。大气中的尘粒，每立方米中0.3μm以上的要超过数百万颗，0.3μm以下的接近无限多。它们可以通过不同途径进入洁净室内。空气的洁净或标准是指室内每平方米（或每升）空气中的含尘量。控制标准不是将尘粒存在的数量处理到零，而是将它减少到对所进行的生产不产生影响的程度，也就是说，室内洁净度的确定，必须与所生产产品的防尘要求相适应。不同的工序，其防尘程度也有所不同，洁净度要求也有所差别。总的说来，进入洁净室的灰尘来自室内、外两个方面。室内产生的灰尘，有生产过程中的粉尘、建筑材料的剥落、磨损和机器设备运行产生的粉尘等等。室外的灰尘，往往来自空调系统、门窗间隙以及物料设备以及工作人员出入所携带等。

为防止工作人员将灰尘带入室内以及防止人员自身产生的尘埃，在洁净室设计中必须注意生活间的布置和人员净化的措施。对于前者，一般可采取换鞋、更衣、沐浴及空气淋浴等一系列措施，并严格区分污染及洁净路线，使之不相互交叉干扰。另外，限制工作人员的数量和活动量，并制定严格的规章管理制度，亦是保证净化的有效措施。图5-2-4-1为一般工业洁净室的工作人员净化程序，可供参考。图5-2-4-2所示为一洁净厂房流程实例。

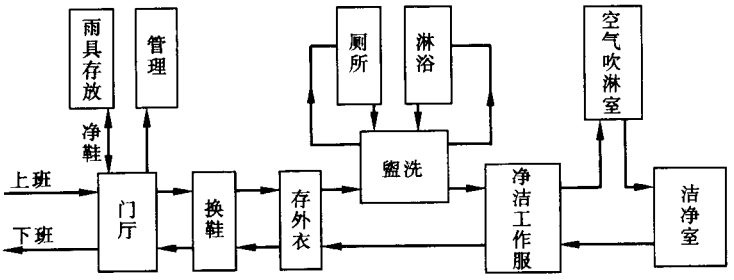
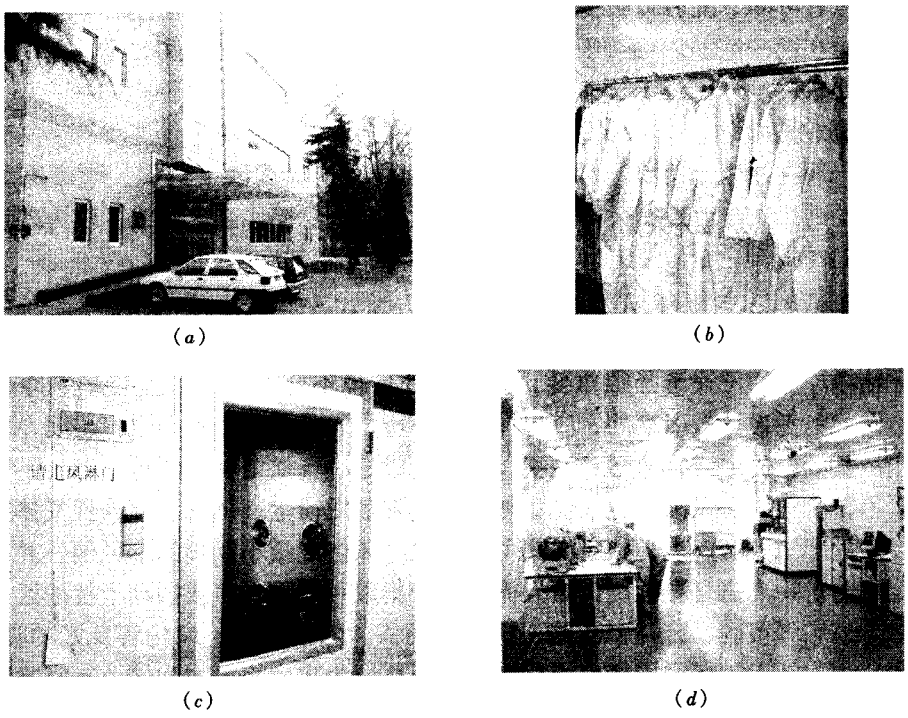


图5-2-4-1　人身净化程序

进入洁净室的一切物料，如原材料、工具、设备、成品等都应经过清洗、擦抹和真空吸尘等洁净处理，然后经过双层密闭传递窗或带有空气幕的传递窗进入洁净室。一般物料及设备应设有单独的出入口，并与人员出入口分开布置。

建筑防尘主要是保证洁净室的密闭性，因而应尽量减少和消除门窗缝隙和有关的建筑缝隙，应尽量不对外设窗（可设置开向走道的密闭窗）。按不同洁净度的要求选择合适的建筑材料。在构造设计上应注意墙与地面、墙与顶棚、墙与墙间的交界处理，尽量减少凹凸面和建筑缝隙，以免积滞灰尘。顶棚上送风口和灯口要易于装卸维修，接缝要密闭防尘。此外还应考虑防静电的要求。



（a）　（b）　（c）　（d）

图 5-2-4-2　某洁净厂房实例

（a）厂房外立面；（b）洁净工作服更衣室；（c）空气吹淋室；（d）洁净室车间内部

2.4.3　空气净化及气流组织

进入洁净室的空气都需做净化处理，目前广泛采用的是过滤法，设备为过滤器。新鲜空气一般需经三级过滤。即通过初级过滤器（过滤空气中≥10μm 的悬浮性尘粒）、中效过滤器（过滤空气中 1 ~ 10μm 的尘粒）和高效过滤器（滤除≤1μm 尘粒）送入洁净室内。

洁净的气流组织的作用在于保证尘埃在室内停留量为最少。要求流向单一，涡流最少，风速要均匀并有足够的换气次数。一般空调仅在于满足人的舒适感，要求在室内空间尽量造成二次气流，即具有某些向上气流及一定涡流。但这种不规则的多向气流会使空气中的尘粒产生分层现象，使已沉降的尘粒重新扬起，对除尘净化不利，因此洁净室内要尽量避免二次气流的产生。

净化的气流组织一般都采用层流式和乱流式两种组织形式。层流式的气流组织系新鲜空气沿平行流向通过工作区的整个截面，然后进入回风系统的气流组织形式。按气流的流向可分垂直层流和水平层流两种形式。垂直层流由于在室内只造成一次气流，能使灰尘不停留地从风口带走。垂直的气幕能将各部分操作区隔开，洁净效果较佳，可达 100 级的净化要求。水平层流由于气流沿水平方向流

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

动，尘粒有可能下沉后再被扬起，此外上风向的操作区会对其他操作区产生影响。因而在同一空间内可有不同的洁净度标准。一般要达到10000级～100级的洁净度要求。

乱流式是指送入室内的气流以不均匀速度，成不平行的流线流动的空气流动方式。一般在顶棚上装置送风口，回风口则设在地面或墙下四周，气流由上而下，带动的二次气流最少，出现的小涡流均不在主要操作区，构成了较为理想的近似单向的气流。

2.4.4　洁净厂房的建筑布置

洁净厂房的位置选择很重要，如果所处环境不合适，就会直接影响净化效果。因此除考虑一般因素外，应选择自然环境、气象条件较好，空气湿润，大气含尘浓度较低的地区，地形、地物、地貌造成的小气候要利于建筑节能；不宜选在干旱、少雨、多风沙的地区。且须远离经常散发粉尘、烟气、腐蚀性气体的区域，如处于工业区附近，则应在其主导风向上风侧或最小风频的下风侧，并要有一定的防护距离。且要远离大量人流、物资集散和严重噪声或振动干扰地区，如城市干道、闹市区、公路、铁路、机场与码头。除此之外，绿化有良好的吸尘、阻尘作用，洁净厂房周围场地绿化应以种植草坪为主，小灌木为辅，不宜种植观赏花卉及高大乔木。因为观赏花卉多为季节性一年生植物，需经常翻土、播种、移植，从而破坏植被，使尘土飞扬；而高大乔木树冠覆盖面积大，其下部难以植被，亦易产生扬尘。

洁净室的建筑布置和生产工艺、洁净度等级和气流组织等均有关系。布置时应将不同级别的洁净室相对集中布置，避免相互干扰，有利于空调系统的布置。在平面布置时，通常采取分区布置的办法，把洁净室布置在人流最少的地方，并使其具有明确畅通的交通路线，避免人流、货流的往返交叉。人员和物料的净化用房应尽量贴近洁净室布置，避免再污染。洁净室的平面形状应力求简单，以减少集尘面。此外应尽量减少洁净室的面积和体积，并尽量减少凹凸部分，以便保证洁净要求及降低设备费用。洁净室的层高在不影响人压抑感的情况下，应尽量降低以减少通风换气量。门窗应尽量减少，以保证其密闭性。

由于洁净室的密闭性高，通过人身净化程序的人流路线往往较为迂回曲折，设计时必须设置足够的安全出入口和报警安全设施，并需配置有明显的标志和事故照明。

多层厂房洁净室的平面布置一般有走廊式和套间式两种布置方式（图5-2-4-3）。空调机房的布置是洁净室设计的一个重要内容。机房的位置既要能使风管长度尽量缩短，又要不因振动和噪声而影响洁净室的正常使用，此外还要便于厂房的发展需要。一般在多层厂房中，空调机房除单独布置外，还可布置在厂房的一端、一侧或两侧，亦可布置在地下室（或底层）或分散布置在洁净室

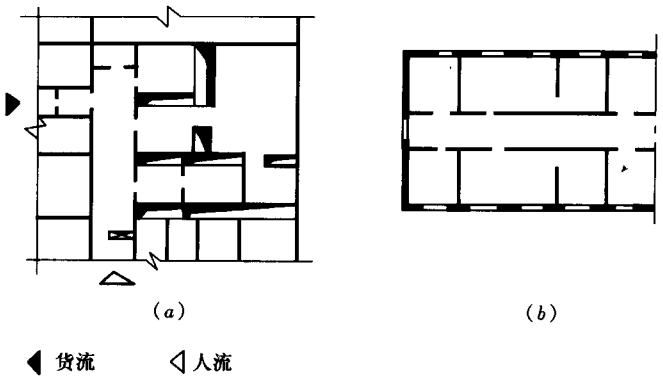


图 5-2-4-3　洁净室的平面布置

(a) 套间式；(b) 走廊式

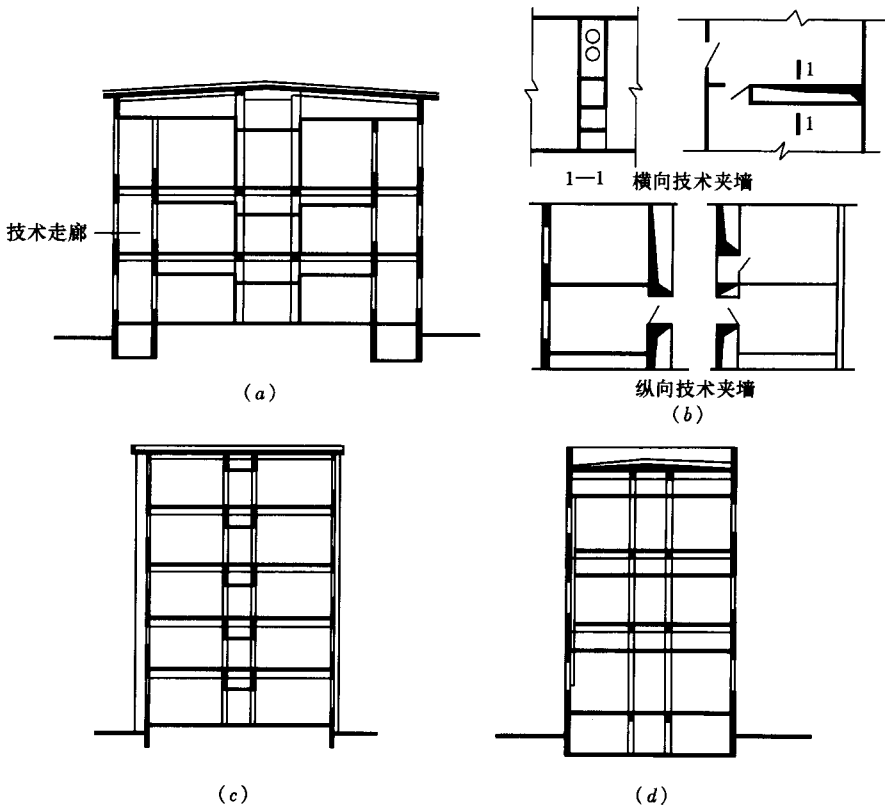


图 5-2-4-4　管道布置

(a) 技术走廊；(b) 技术夹墙；(c) 走廊上设技术夹层；(d) 技术夹层

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

的附近。

由于洁净室管道较多，其中风管的截面最大，占用空间最多。为适应洁净的要求，在平面和剖面设计时都采用了一些特殊的处理以统一布置各种管线。一般可采取技术夹层、技术夹墙和技术走廊的形式。有时亦可在竖向管道密集之处设置管道竖井来解决垂直方向的管线布置，如图5-2-4-4所示。

第3章　单层工业建筑设计

3.1　单层工业建筑的结构类型与构件组成

单层工业建筑的结构支承方式可以分为承重墙支承与骨架支承两类。只有当工业建筑的跨度、高度、吊车荷载较小时才用承重墙承重结构，而当工业建筑的跨度、高度和吊车荷载较大时，则多采用骨架承重结构。

骨架结构系由柱子、屋架或屋面大梁（或柱梁结合或其他空间结构）等承重构件组成。其结构体系可以分为刚架、排架及空间结构。其中以排架最为多见，因为梁柱间为铰接，可以适应较大的吊车荷载。在骨架结构中，内外墙一般不承重，只起到围护或分隔作用。

骨架结构在内部可提供宽大通敞的空间，有利于生产工艺及其设备的布置、工段的划分，也有利于生产工艺的更新和改善。

3.1.1　排架结构体系

排架结构按材料可分为砌体结构、钢筋混凝土结构和钢结构。

1. 砌体结构

它由砖石等砌块砌筑成柱子，钢筋混凝土屋架（或屋面大梁）、钢屋架等组成，图 5-3-1-1 所示为砖柱、组合屋架的工业建筑。

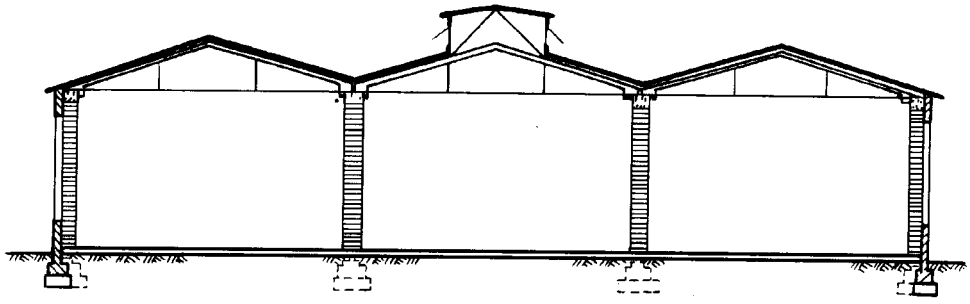


图 5-3-1-1　砖砌体结构工业建筑

2. 钢筋混凝土结构

这种骨架结构多采取预制装配的施工方式。结构构成主要由横向骨架、纵向连系构件以及支撑构件组成，如图 5-3-1-2 所示。横向骨架主要包括屋面大梁（或屋架）、柱子、柱基础。纵向构件包括屋面板、连系梁、吊车梁、基础梁等。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

此外，垂直和水平方向的支撑构件用以提高建筑的整体稳定性。

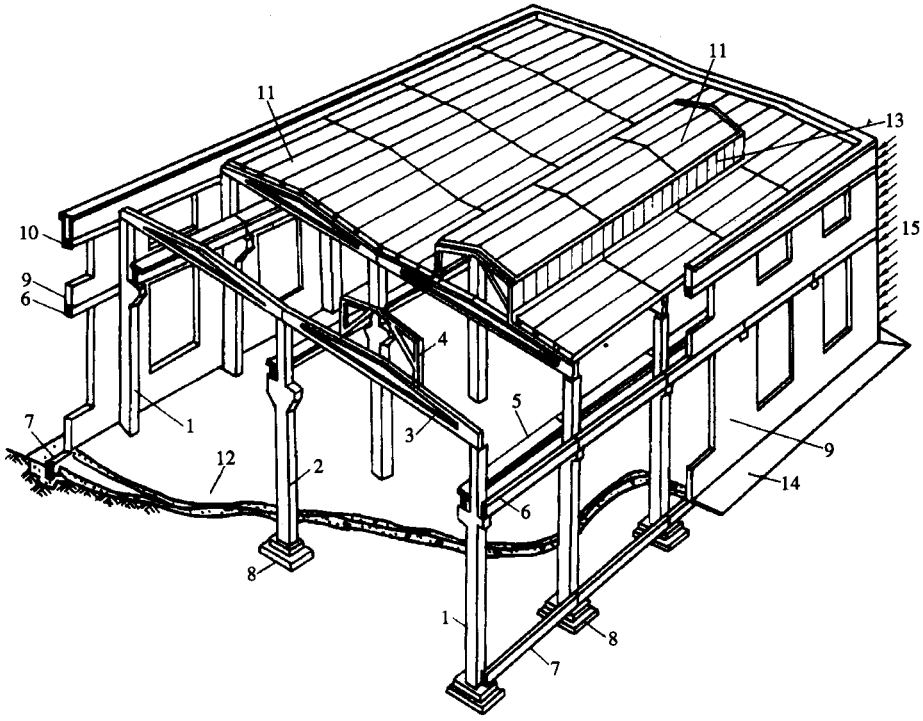


图 5-3-1-2　装配式钢筋混凝土排架及主要构件

1—边列柱；2—中列柱；3—屋面大梁；4—天窗架；5—吊车梁；6—连系梁；7—基础梁；8—基础；9—外墙；10—圈梁；11—屋面板；12—地面；13—天窗扇；14—散水；15—风荷载

这种结构建设周期短，坚固耐久，与钢结构相比可节省钢材，造价较低，故在国内外工业建筑中应用十分广泛。但是其自重大，抗震性能比钢结构工业建筑差。图 5-3-1-3 所示为这种骨架结构几种常见的预制钢筋混凝土柱的形式。

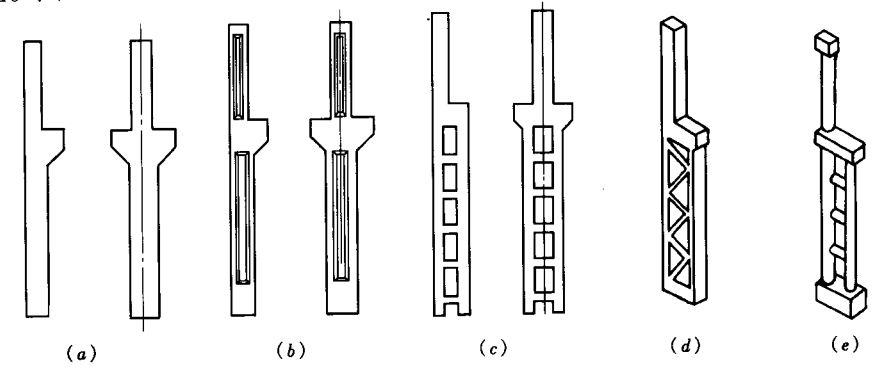


图 5-3-1-3　几种常见预制钢筋混凝土柱

(a) 矩形柱；(b) 工字型柱；(c)；(d) 双肢柱；(e) 管柱

3. 钢结构

钢结构工业建筑的主要承重构件全部采用钢材制作，如图 5-3-1-4 所示。这种骨架结构自重轻，抗震性能好，施工速度快，主要用于跨度巨大、空间高、吊车荷载重、高温或振动荷载大的工业建筑。对于那些要求建设速度快，早投产、早受益的工业建筑也采用钢结构。但钢结构易锈蚀，保护维修费用高，耐久性能较差，防火性能差，使用时应采取必要的防护措施。

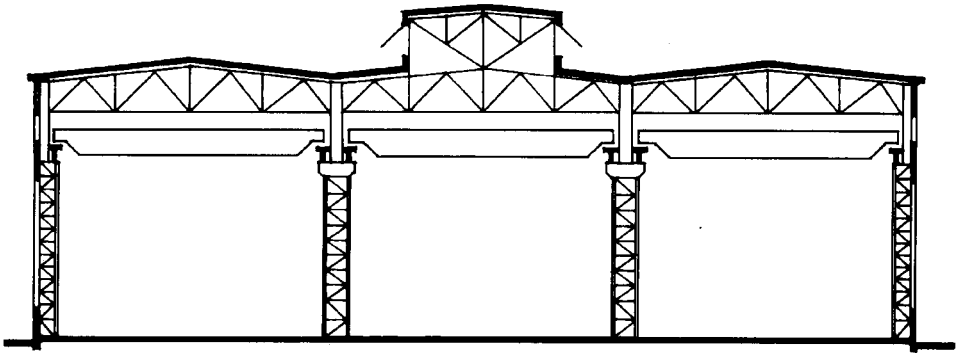


图 5-3-1-4　钢结构工业建筑

设计中究竟选择哪种骨架结构，应当根据工业建筑的用途、规模、生产工艺和起重运输设备、投资、施工条件、材料供应情况等因素综合分析而定。

3.1.2 其他结构体系

单层工业建筑的承重结构除上述排架结构外，还有其他形式结构。其中一类是屋顶部分并非像排架那样采用屋架及连系构件系统，而是改用轻型屋盖，如 V 型折板结构、单面或双面曲壳结构、或者网架结构，如图 5-3-1-5 所示。这类结构均属空间结构，其共同特点是受力合理，能充分地发挥材料的力学性能，空间刚度大，抗震性能较强。缺陷在于施工复杂，大跨及连跨工业建筑使用时受限制较大。

另一类是如门式刚架（图 5-3-1-6）、 T 形板等特殊结构。门式刚架（简称门

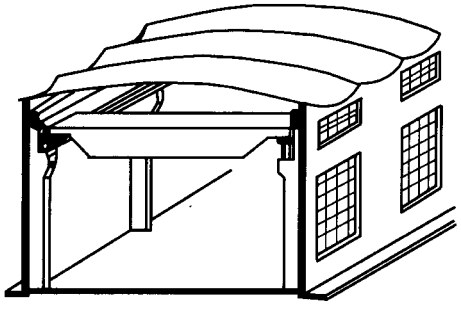


图 5-3-1-5　薄壳式屋顶结构

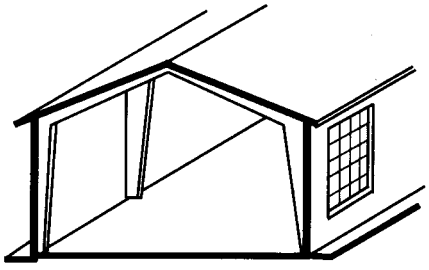


图 5-3-1-6　门式刚架结构

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

架)，是一种梁柱合一的结构形式，可用钢筋混凝土制作，也可用钢结构制作；而T形板用作竖向承重构件时相当于墙柱结合的构件。但刚架属于平面结构体系，不能够承受较大的吊车荷载。

3.2　单层工业建筑的柱网选择

3.2.1　生产工艺是工业建筑设计的依据

民用建筑的平面设计及空间组合设计，主要是根据建筑物使用功能的要求进行的。而单层工业建筑平面及空间组合设计，则是在工艺设计及工艺布置的基础上进行的。因此，生产工艺是工业建筑设计的重要依据之一。

一个完整的工艺平面图，主要包括下面五个内容：①根据生产的规模、性质、产品规格等确定的生产工艺流程；②选择和布置生产设备和起重运输设备；③划分车间内部各生产工段及其所占有的面积；④初步拟定工业建筑的跨间数、跨度和长度；⑤提出生产对建筑设计的要求，如采光、通风、防振、防尘、防辐

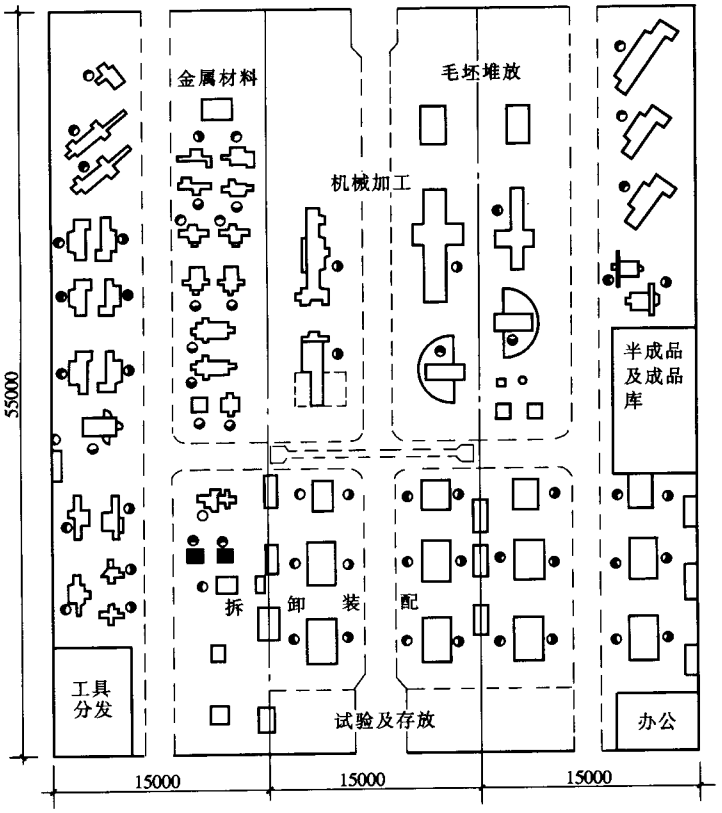


图 5-3-2-1　生产工艺平面

射等。图 5-3-2-1 是某机械加工车间生产工艺平面图。

3.2.2　单层工业建筑平面形式的选择

1. 生产工艺流程与平面形式

生产工艺流程的形式有直线式、直线往复式和垂直式三种（图 5-3-2-2）。各种流程类型的工艺特点及与之相适应的工业建筑平面形式如下：

（1）直线式

即原料由工业建筑一端进入，而成品或半成品由另一端运出（图 5-3-2-2a），其特点是工业建筑内部各工段间联系紧密，唯运输线路和工程管线较长。相适应的工业建筑平面形式是矩形平面，可以是单跨，亦可是多跨平行布置。如果是单跨或两跨平行矩形平面，采光通风较易解决，但当工业建筑长宽比过大时，外墙面积过大，对保温隔热不利。这种平面简单规整，适合对保温要求不高或生产工艺流程无法改变的工业建筑，如线材轧钢车间。

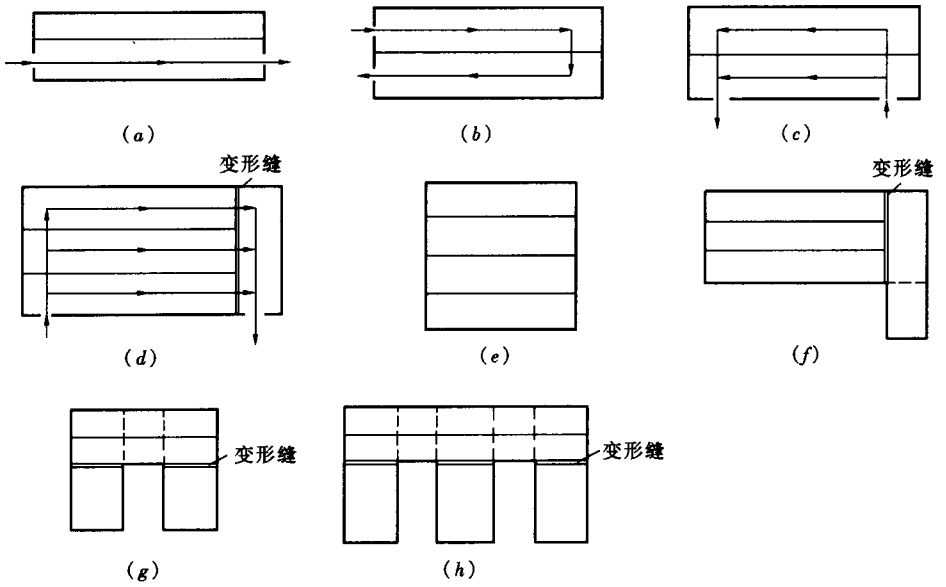


图 5-3-2-2　单层工业建筑平面形式

（2）往复式

原料从工业建筑一端进入，产品则由同一端运出（图 5-3-2-2b、c、d）。其特点是工段联系紧密，运输线路和工程管线短捷，形状规整，占地面积小，外墙面积较小，对节约材料和保温隔热有利。结构构造简单，造价低。相适应的平面形式是多跨并列的矩形平面，甚至方形平面。适合于多种生产性质的工业建筑。存在的技术问题是采光通风及屋面排水较复杂。

（3）垂直式

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

指原材料从工业建筑一端进入，加工后成品则从横跨的装配一端运出（图5-3-2-2*f*），特点是工艺流程紧凑，运输和工程管线较短，相适应的平面形式是L形平面，即出现垂直跨。但纵横跨相接处，结构和构造复杂，经济性较差。

2. 生产状况与工业建筑平面形式

生产状况也影响着工业建筑的平面形式，如热加工车间对工业建筑平面形式的限制最大。热车间（如机械厂的铸钢、铸铁、锻造车间，钢铁厂的轧钢车间等）在生产过程中散发出大量的余热和烟尘，在平面设计中应创造具有良好的自然通风条件。因此，这类工业建筑平面不宜太宽。

为了满足生产工艺的要求，有时要将工业建筑平面设计成L形（图5-3-2-2*f*）、U形（图5-3-2-2*g*）和E形（图5-3-2-2*h*）。这些平面的特点：有良好的通风、采光、排气、散热和除尘功能，适用于中型以上的热加工工业建筑，如轧钢、铸工、锻造等，以便于排除产生的热量、烟尘和有害气体。在平面布置时，要将纵横跨之间的开口迎向夏季主导风向或与主导风向呈0°～45°夹角，以改善通风效果和工作条件。

图5-3-2-3是几种平面形式经济比较，可以看出，在面积相同情况下，矩形、L形平面外围结构的周长比方形平面约长25%。

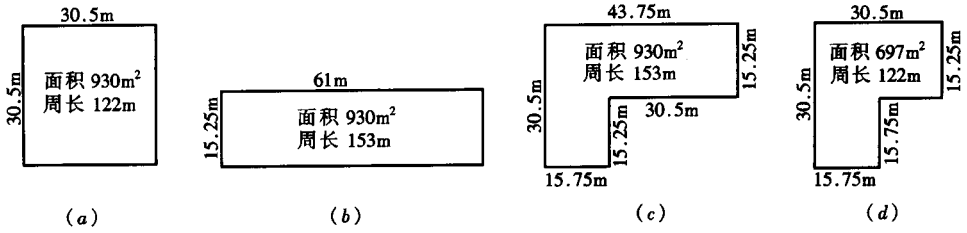


图5-3-2-3　平面形式比较

3.2.3 柱网选择

柱子在工业建筑平面上排列所形成的网格称为柱网。如图5-3-2-4所示，柱子纵向定位轴线之间的距离称为跨度，横向定位轴线之间的距离称作柱距。柱网尺寸是由跨度和柱距确定的，柱网的选择实际上就是选择工业建筑的跨度和柱距。

工艺设计人员根据工艺流程和设备布置状况，对跨度和柱距提出初始的要求，建筑设计人员在此基础上，依照建筑及结构的设计标准，最终确定工业建筑的跨度和柱距。柱网确定的原则是：

1. 满足生产工艺要求

跨度和柱距要满足设备的大小和布置方式、材料和加工件的运输、生产操作和维修等生产工艺所需的空间要求。

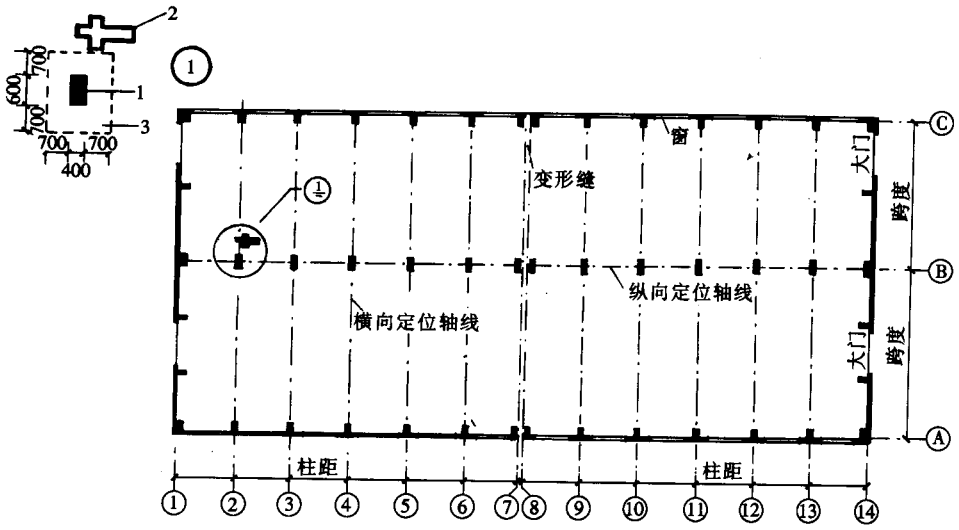


图 5-3-2-4　柱网布置示意

1—柱子；2—机床；3—柱基础轮廓

2. 平面利用和结构方案经济合理

跨度和柱距的选择要使平面的利用和结构方案达到经济合理。工业建筑由于工艺的要求，常将个别大型设备越跨布置，采用抽柱方案，上部用托架梁承托屋架（图 5-3-2-5）。根据生产工艺实际情况，适当调整跨度和柱距，达到结构统一，充分利用面积，达到较好的经济效益。

3. 符合《厂房建筑建筑模数协调标准》（GBJ 6—86）的要求

满足《厂房建筑建筑模数协调标准》（GBJ 6—86）的要求。该标准规定，当工业建筑跨度 < 18m 时，应采用扩大模数 30M 的尺寸系列，即跨度可取 9m、12m、15m。当跨度尺寸 ≥18m 时，按 60M 模数递增，即跨度可取 18m、24m、30m 和 36m。柱距采用 60M 数列，即 6m、12m、18m 等。

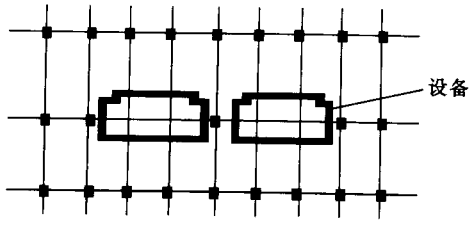


图 5-3-2-5　跨越布置设备示意

4. 扩大柱网及其优越性

现代工业生产的生产工艺、生产设备和运输设备在不断更新变化，且其周期越来越短。为适应这种变化，工业建筑应具有相应的灵活性与通用性，在设计中还应考虑可持续性使用，扩大柱网是途径之一。将柱距由 6m 扩大至 12m、18m 乃至 24m，如采用柱网（跨度 × 柱距）为 12m × 12m、15m × 12m、18m × 12m、24m × 12m、18m × 18m、24m × 24m 等。采用钢结构工业建筑，大柱网更易于实

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

现。

有研究成果证明：扩大柱网的主要优点是：①可以有效提高工业建筑面积的利用率；②有利于大型设备的布置及产品的运输；③能提高工业建筑的通用性，适应生产工艺的变更及生产设备的更新；④有利于提高吊车的服务范围；⑤能减少建筑结构构件的数量，并能加快建设速度。

3.3　单层工业建筑剖面与屋面排水方式

3.3.1　工业建筑高度的确定

1. 生产工艺对工业建筑剖面设计的影响

单层工业建筑剖面设计是在平面设计的基础上进行的，剖面设计着重解决建筑在垂直空间方面如何满足生产的各项要求。

生产工艺对工业建筑剖面设计影响很大，生产设备的体形大小，工艺流程的特点，生产状况，加工件的体量与重量，起重运输设备的类型和起重量等都直接影响工业建筑的剖面形式。

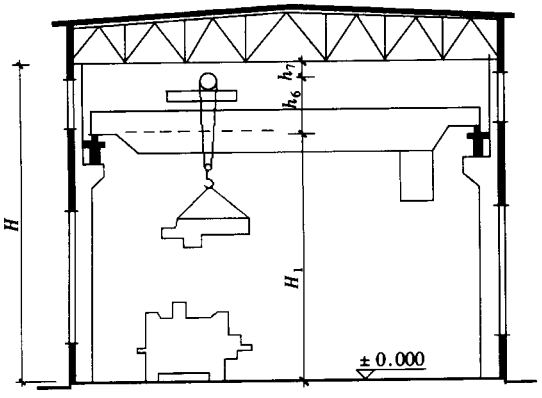


图 5-3-3-1　工业建筑高度的确定

2. 单层工业建筑的高度

单层工业建筑的高度是指由室内地坪到屋顶承重结构最低点的距离，通常以柱顶标高来代表工业建筑的高度。但当特殊情况下屋顶承重结构为下沉式时，工业建筑的高度必须是由地坪面至屋顶承重结构的最低点。

（1）柱顶标高的确定

1）无吊车工业建筑　在无吊车工业建筑中，柱顶标高是按最大生产设备高度及安装检修所需的净空高度来确定的，且应符合《工业企业设计卫生标准》（TJ 36—79）的要求，同时柱顶标高还必须符合扩大模数 3M（300mm）数列规定。无吊车工业建筑柱顶标高一般不得低于 3.9m。

2）有吊车工业建筑（图 5-3-3-1）

其柱顶标高可按下式来计算：

$$H = H_1 + h_6 + h_7 \tag{5-3-3-1}$$

式中　H——柱顶标高（m），必须符合 3M 的模数；

H_1——吊车轨道顶面标高（m），一般由工艺设计人员提出；

h_6——吊车轨顶至小车顶面的高度（m），根据吊车资料查出；

h_7——小车顶面到屋架下弦底面之间的安全净空尺寸（mm）。此间隙尺寸，按国家标准及根据吊车起重量可取300mm、400mm、及500mm。

关于吊车轨道顶面标高H_1，应为柱牛腿标高（应符合扩大模数3M数列，如牛腿标高大于7.2m时，应符合扩大模数6M数列）与吊车梁高、吊车轨高及垫层厚度之和。

由于吊车梁的高度、吊车轨道及其固定方案的不同，计算得出的轨顶标高（H_1）可能与工艺设计人员所提出的轨顶标高有差异。最后轨顶标高应等于或大于工艺设计人员提出的轨顶标高。H_1值重新确定后，再进行H值的计算。

工业建筑高度对造价有直接影响，因此在确定工业建筑高度时，注意有效地利用和节约空间，对降低建筑造价具有重要意义。如图5-3-3-2和图5-3-3-3所示的处理方法，避免了提高整个工业建筑高度，减少空间浪费。

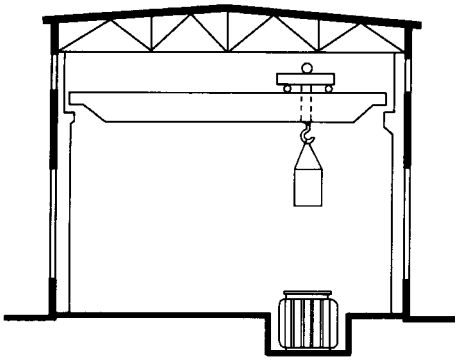


图5-3-3-2　利用降低设备地坪降低工业建筑高度

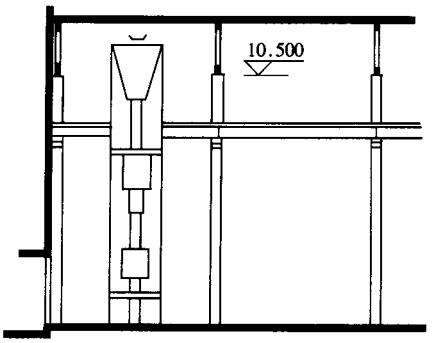


图5-3-3-3　利用屋顶空间布置设备降低工业建筑高度

为了简化结构、构造和施工，当相邻两跨间的高差不大时，可采用等高跨，虽然增加了用料，但总体还是经济的。基于这种考虑，我国《工业建筑统一化基本规则》规定：在多跨工业建筑中，当高差值等于或小于1.2m时不设高差；在不采暖的多跨工业建筑中，高跨一侧仅有一个低跨，且高差值等于或小于1.8m时，也不设置高差。另外，有关建筑抗震的技术文件还建议，当有地震设防要求时，上述高差小于2.4m，宜做等高跨处理。

（2）室内地坪标高的确定

确定室内地坪标高（±0.00）就是确定室内地坪相对于室外地面的高差。设此高差的目的是防止雨水浸入室内，同时考虑到单层工业建筑运输工具进出频繁，若室内外高差值过大则出入不便，故一般取150mm。

3.3.2　单层工业建筑屋顶形式与排水方式

常用的屋顶形式有两种：一种为多脊双坡屋顶长天沟排水（图5-3-3-4、图

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

5-3-3-5)。特点是屋架受力合理，构件定型。但排水立管多，屋面易渗漏，施工较困难，造价偏高。另外一种为缓长坡屋顶（图5-3-3-6），这种屋顶可避免多脊双坡屋顶的缺点，管网短，构造简单，可以减少维修和投资费用。采用压型钢板屋面时，坡度可减小到5%，既可节约室内空间，又可提高屋面的耐久性，特别适合严禁漏水以防引起爆炸事故的车间（如冶炼车间）等。

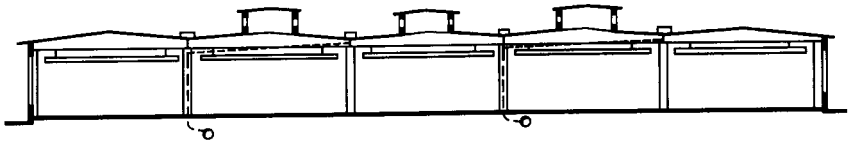


图5-3-3-4　有组织内排水

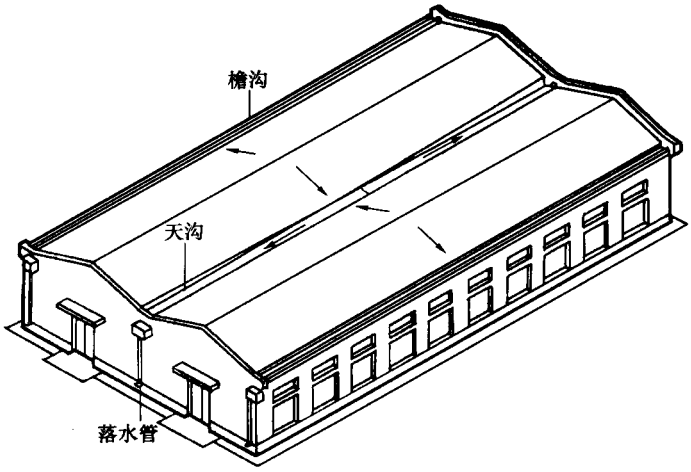


图5-3-3-5　长天沟端部外排水

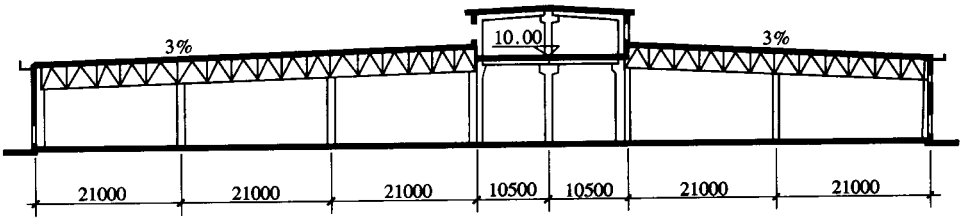


图5-3-3-6　缓长坡屋顶外排水

此外，从20世纪60年代起，美国、西欧以及前苏联发展平屋顶工业建筑(图5-3-3-7)，主要用于机械厂，前苏联还推广应用于轧钢厂。国内也有应用实例，如成都机电设备仓库等，利用平屋顶和缓长坡屋顶种植蔬菜和花草，丰富了蔬菜供应，美化了环境，净化了空气，同时是隔热的良好措施。这种屋顶采用墙板时，可减少墙板类型，有利于建筑工业化。

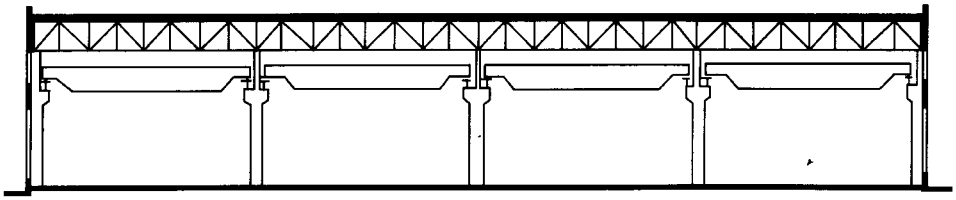


图 5-3-3-7　平屋顶工业建筑

3.4　单层工业建筑的定位轴线

单层工业建筑定位轴线是确定工业建筑主要承重构件的平面位置及其标志尺寸的基准线，同时也是工业建筑施工放线和设备安装定位的依据。确定工业建筑定位轴线必须执行《厂房建筑模数协调标准》（GBJ 6—86）有关规定。

通常，把工业建筑长轴方向的定位轴线称为纵向定位轴线，相邻两条纵向定位轴线间的距离标志着工业建筑跨度。将短轴方向的定位轴线称为横向定位轴线，相邻两条横向定位轴线之间的距离标志着工业建筑柱距，如图 5-3-4-1 所示。

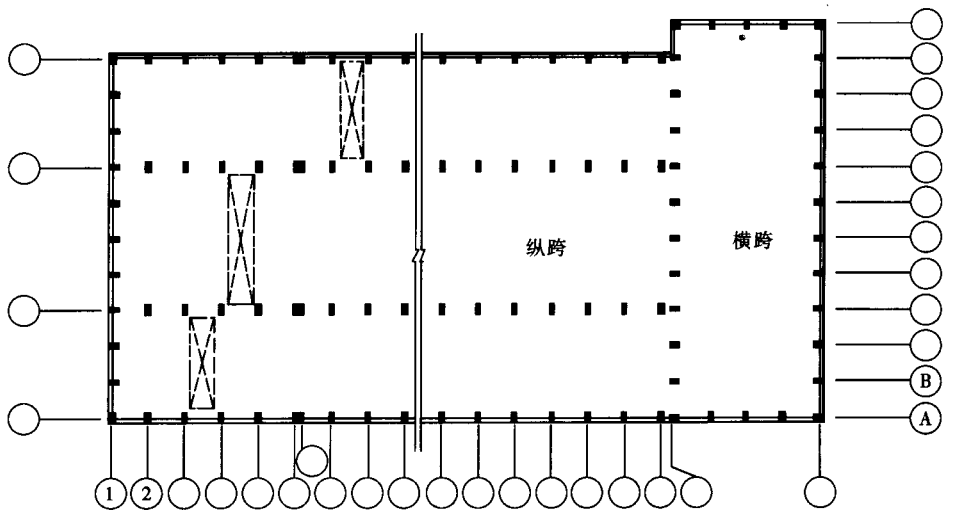


图 5-3-4-1　单层工业建筑定位轴线示意

3.4.1　横 向 定 位 轴 线

横向定位轴线标定了纵向构件的标志端部，如吊车梁、联系梁、基础梁、屋面板、墙板、纵向支撑等。确定横向定位轴线应主要考虑工艺的可行性、结构的合理性和构造的简单可行。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

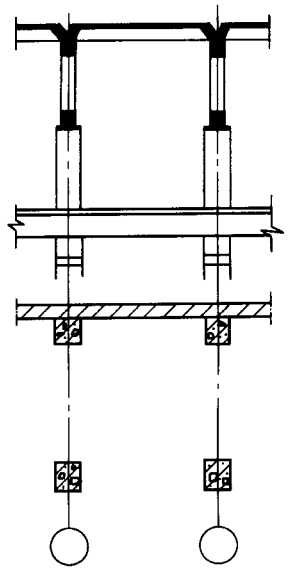


图 5-3-4-2　中柱与横向定位轴线的关系

1. 柱与横向定位轴线的关系

除两顶端的边柱外，中间柱的截面中心线与横向定位轴线重合，而且屋架中心线也与横向定位轴线重合（图 5-3-4-2），纵向的结构构件如屋面板、吊车梁、连系梁的标志长度皆以横向定位轴线为界。

2. 山墙与横向定位轴线的关系

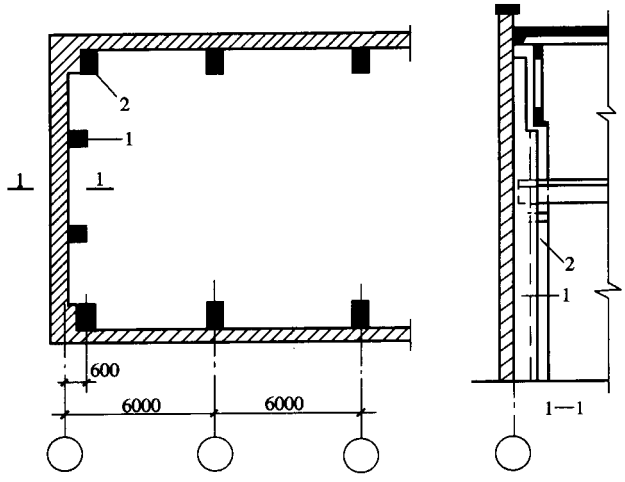
单层工业建筑的山墙按受力情况分为非承重山墙和承重山墙，两种情况的横向定位轴线是不同的。

（1）非承重山墙

当山墙为非承重山墙时，山墙内缘与横向定位轴线重合，端部柱截面中心线应自横向定位轴线向内移 600mm（图 5-3-4-3）。端柱之所以内移 600mm，这是由于山墙内侧设有抗风柱，抗风柱上柱需与屋架上弦连接的构造需要。而且可以使其与横向变形缝处定位轴线划分相一致，有利于结构构件的协调统一。

（2）承重山墙

当山墙为承重山墙时，承重山墙内缘与横向定位轴线的距离应按砌体块材的半块或半块的倍数、或者取墙体厚度的一半，如图 5-3-4-4 所示，以保证构件在墙体上有足够的结构支承长度。



（a）　（b）

图 5-3-4-3　非承重山墙处端柱与横向定位轴线的联系

（a）平面；（b）剖面

1—抗风柱；2—端部柱

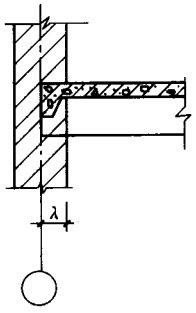


图 5-3-4-4　承重山墙横向定位轴线

λ—墙体块材的半块（长）、半块的倍数（长）或墙厚的一半

3. 横向伸缩缝、防震缝部位柱与横向定位轴线的关系

横向伸缩缝处一般采用双柱处理，为保证缝宽的要求，此处应设两条定位轴线，缝两侧柱截面中心均应自定位轴线向两侧内移 600mm（图 5-3-4-5）。两条定位轴线之间的距离称做插入距，用 a_i 来表示。在这里，插入距 a_i 等于变形缝宽 a_e。

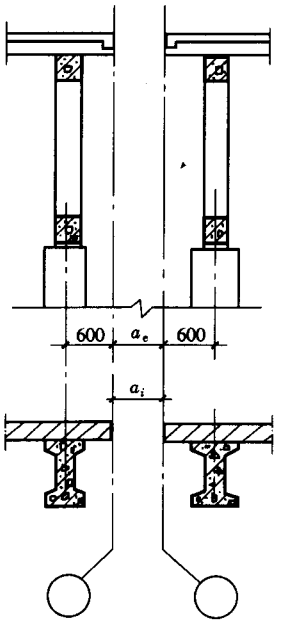


图 5-3-4-5　伸缩缝处双柱处理

3.4.2　纵向定位轴线

纵向定位轴线标定横向构件屋架或屋面大梁标志尺寸的端部位置，也是大型屋面板边缘的位置。

工业建筑纵向定位轴线的确定原则是结构合理、构件规格少、构造简单，在有吊车的情况下，还应保证吊车运行及检修的安全需要。

1. 外墙、边柱与纵向定位轴线的关系

在有吊车的工业建筑中，《厂房建筑模数协调标准》GBJ 6—86 对吊车规格与工业建筑跨度的关系为：

$$L_k = L - 2e \tag{5-3-4-1}$$

式中　L_k——吊车跨度，即吊车两轨道中心线之间的距离，m；

L——工业建筑跨度，m；

e——吊车轨道中心线至纵向定位轴线的距离，mm，一般取 750mm，当吊车起重量大于 50t 或者为重级工作制需设安全走道板时，取 1000mm（图 5-3-4-6）。

由图 5-3-4-6 可知：

$$e = h + C_b + B \tag{5-3-4-2}$$

式中　h——上柱截面宽度，mm，根据工业建筑高度、跨度、柱距及吊车起重量确定；

B——吊车桥架端部构造长度，mm，即吊车轨道中心线至吊车端部外缘的距离；

C_b——吊车端部外缘至上柱内缘的安全净空尺寸（mm），当吊车起重量 $Q \leqslant 50t$ 时，$C_b \geqslant 80mm$；$Q \geqslant 75t$ 时，$C_b \geqslant 100mm$。C_b 值主要考虑吊车和柱子的安装误差以及吊车运行中的安全间隙。

由于吊车起重量、工业建筑柱距、跨度不同、是否有安全走道板等条件，边柱外缘纵向定位轴线的关系有两种情况：

（1）封闭式结合

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

在无吊车或只有悬挂式吊车，以及柱距为6m，桥式吊车起重量 $Q \leqslant 20t/5t$ 条件下的工业建筑中，一般采用封闭结合式定位轴线（图5-3-4-7），即边柱外缘与纵向定位线相重合。

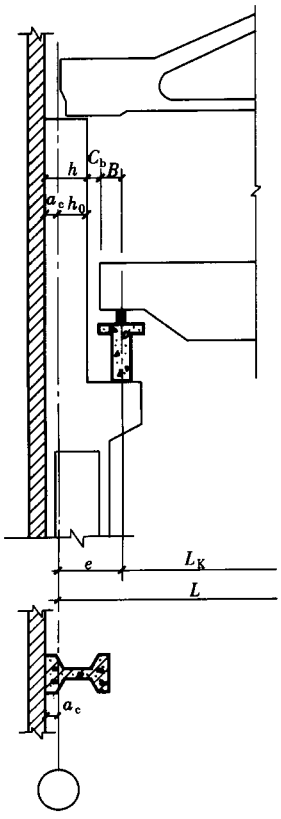


图5-3-4-6　吊车与工业建筑空间关系示意图

h—上柱宽度，一般为400，500mm；h_0—轴线至上柱内缘的距离；C_b—上柱内缘至吊车桥架端部的缝隙宽度（安全间隙）；B—桥架端头长度，其值随吊车起重量大小而异

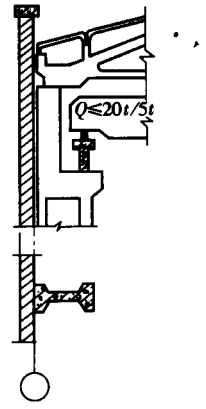


图5-3-4-7　外墙、边柱与纵向定位轴线的关系（封闭结合）

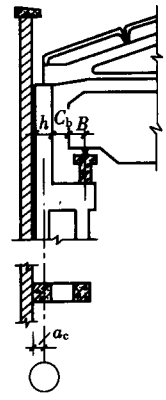


图5-3-4-8　外墙、边柱与纵向定位轴线的关系（非封闭结合）

此时相应的参数为：$B \leqslant 260mm$，$C_b \geqslant 80mm$，$h \leqslant 400mm$，$e = 750mm$，则：$e - (h + B) \geqslant 90mm$，满足 $C_b \geqslant 80mm$ 的要求。

在封闭式结合中，屋面板全部采用标准板，不需设补充构件，具有构造简单、施工方便等优点。

（2）非封闭式结合

在柱距为6m、吊车起重量 $Q \geqslant 30t/5t$ 的工业建筑中，边柱外缘与纵向定位轴线之间有一定的距离，如图5-3-4-8所示。

当 $Q \geqslant 30t/5t$ 时，$B = 300mm$，$C_b = 80mm$；吊车较重或柱距较大，故 $h = 400mm$；如不设安全走道板 $e = 750mm$。则：$C_b = e - (h + B) = 50mm$，不能满足上述 $C_b \geqslant 80mm$ 的要求。

由于 B 和 h 值均较 $Q \leqslant 20t/5t$ 时大，如继续采用封闭式结合，已不能满足吊车运行所需安全间隙要求。解决问题的办法是将边柱外缘自定位轴线向外移动一定距离，这个距离称为联系尺寸，用 a_c 来表示。为了减少构件类型，a_c 值须取 300mm 或 300mm 的倍数。当外墙为砌体时，可为 50mm 或 50mm 的倍数。

在非封闭结合时，按常规布置屋面板只能铺至定位轴线处，与外墙内缘出现了非封闭的构造间隙，需要非标准的补充构件板。非封闭式结合构造复杂，施工较为麻烦。

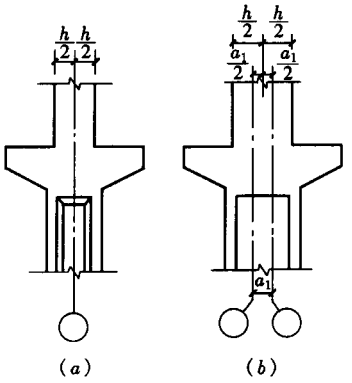


图 5-3-4-9　等高跨中柱与纵向定位轴线的关系

h—上柱高度

2. 中柱与纵向定位轴线的关系

在多跨工业建筑中，中柱有等高跨和不等高跨（习惯称高低跨）两种情况。

（1）等高跨中柱与纵向定位轴线

当工业建筑为等高跨时，中柱通常采用单柱，其柱截面中心与纵向定位轴线相重合（图 5-3-4-9）。此时上柱截面一般取 600mm，以满足屋架或屋面大梁的支承长度，且上柱不带牛腿，构造简单。

（2）高低跨中柱与纵向定位轴线的关系

1）设一条定位轴线　当高低跨处采用单柱时，如果高跨吊车起重量为 $Q \leqslant 20t/5t$，则高跨上柱外缘和封墙内缘与纵向定位轴线相重合（图 5-3-4-10a）。

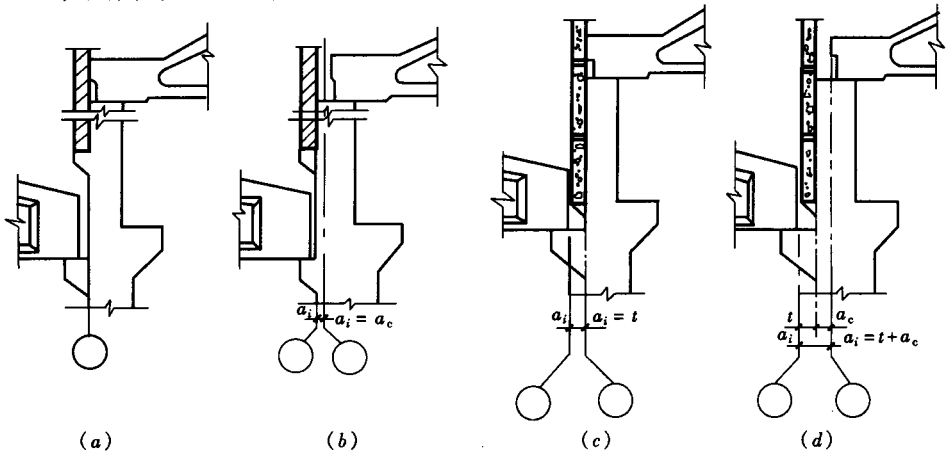


图 5-3-4-10　高低跨中柱与纵向定位轴线的关系

（a）单轴线；（b）双轴线；（c）双轴线；（d）双轴线

a_i—插入距；a_c—联系尺寸；t—封墙厚

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

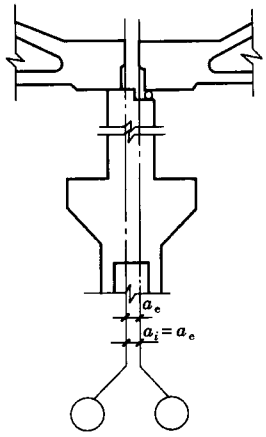


图 5-3-4-11　等高工业建筑纵向伸缩缝处单柱与纵向定位轴线的关系

2）设两条定位轴线　当高跨吊车起重量较大，如 $Q\geqslant 30t/5t$，其上柱外缘与纵向定位轴线不能重合时，应采用两条定位轴线。高跨轴线与上柱外缘之间设联系尺寸 a_c，低跨定位轴线与高跨定位轴线之间的插入距离为插入距 a_i，为简化屋面构造，其定位轴线应自上柱外缘、封墙内缘通过，即插入距 a_i 等于联系尺寸 a_c（图 5-3-4-10b）。此时同一柱子的两条定位轴线分属高低跨。如封墙采用墙板结构时，可按图 5-3-4-10（c）、（d）处理。

（3）纵向伸缩缝、防震缝处柱与纵向定位轴线的关系

当工业建筑宽度较大时，沿宽度方向须设置纵向伸缩缝，以解决横向变形的问题。

等高工业建筑需设置纵向伸缩缝时，可采用单柱并设两条定位轴线。伸缩缝一侧的屋架或屋面梁搁置在活动支座上（图 5-3-4-11）。此时，$a_i=a_e$。

不等高工业建筑设置纵向伸缩缝时，一般设置在高低跨处。当采用单柱处理时，低跨的屋架或屋面梁可搁置在设有活动支座的牛腿上，高低跨处应采用两条纵向定位轴线，其间设插入距 a_i。此时插入距 a_i 在数值上与伸缩缝宽度 a_e、联系尺寸 a_c、封墙厚度 t 的关系如图 5-3-4-12 所示。

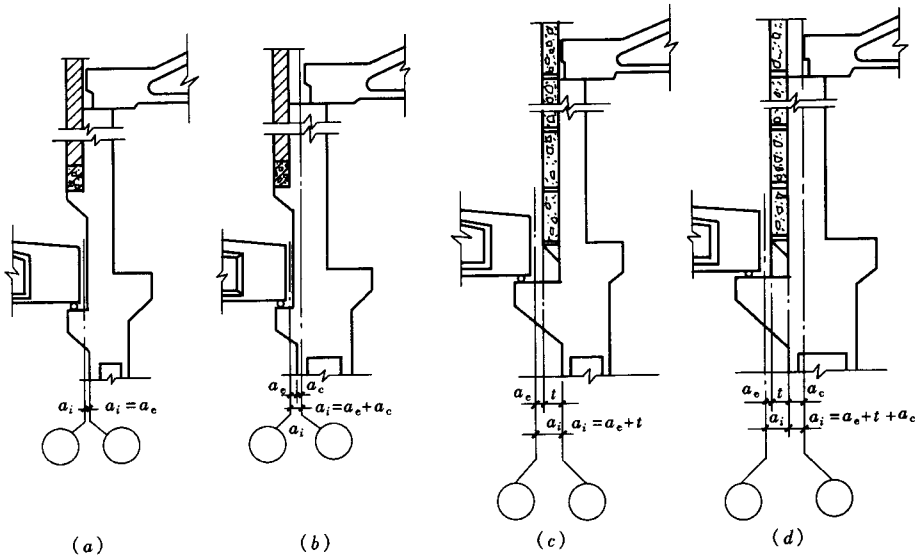


图 5-3-4-12　不等高工业建筑纵向伸缩缝处单柱与纵向定位轴线的关系

（a）未设联系尺寸 D；（b）设联系尺寸；（c）a + 封墙厚度；（d）b + 封墙厚度

a_i—插入距；a_c—联系尺寸；t—封墙厚；a_e—缝宽

高低跨采用单柱处理，结构简单，吊装工程量少，但柱外形较复杂，制作不便，尤其是当两侧高差悬殊或吊车起重量差异较大时不宜采用，此时可结合伸缩缝或防震缝采用双柱结构方案。

当伸缩缝或防震缝处采用双柱时，应采用两条纵向定位轴线，并设插入距。柱与纵向定位轴线的关系可分别按各自的边柱处理（图 5-3-4-13）。此时，高低跨两侧的结构实际是各自独立、自成系统，仅是互相靠拢，以便下部空间相通，有利于组织生产。

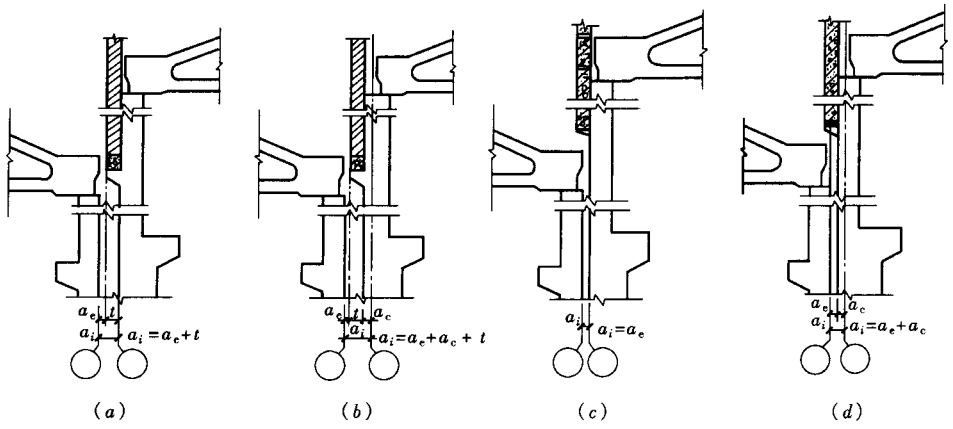


图 5-3-4-13　不等高工业建筑纵向伸缩缝处双柱与纵向定位轴线的关系

a_i—插入距；a_c—联系尺寸；t—封墙厚；a_e—缝宽

3.4.3　纵横跨相交处的定位轴线

工业建筑纵横跨相交时，常在相交处设变形缝，使纵横跨各自独立。纵横跨应有各自的柱列和定位轴线。然后再将相交体都组合在一起。对于纵跨，相交处的处理相当于山墙处；对于横跨，相交处的处理相当于边柱和外墙处的处理。纵横跨相交处采用双柱单墙处理，相交处外墙不落地，成为悬墙，属于横跨。相交处两条定位轴线间插入距 $a_i = a_e + t$ 或 $a_i = a_e + t + a_c$（图 5-3-4-14）。当封墙为砌体时，a_e 值为变形缝的宽度；封墙为墙板时，a_e 值取变形缝的宽度或吊装墙板所需净空尺寸的较大者。

有纵横相交跨的工业建筑，其定位轴线编号常是以跨数较多部分为准统一编排。

本节所述定位轴线的标定，主要适用于装配式钢筋混凝土结构或混合结构的单层工业建筑，对于钢结构工业建筑，可参照《厂房建筑模数协调标准》（GBJ 6—86）执行。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

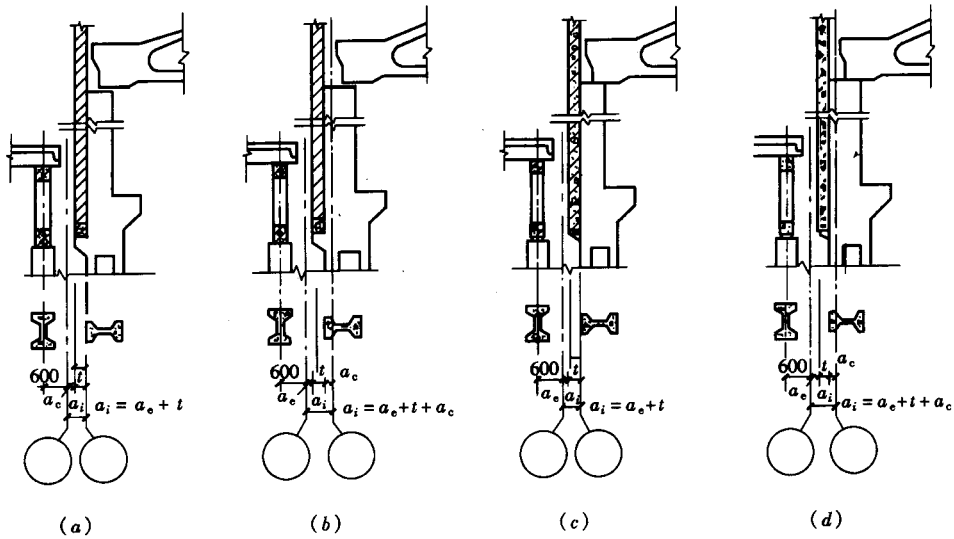


图 5-3-4-14　纵横跨相交处柱与定位轴线的关系

（a）未加联系尺寸；（b）加联系尺寸；（c）封墙为墙板；（d）封墙为墙板

a_i—插入距；a_c—联系尺寸；t—封墙厚；a_e—缝宽

第4章　多层工业建筑设计

4.1　多层工业建筑概论

随着科学技术的发展、工艺和设备的进步、建设用地的日趋紧张，多层工业建筑在电子、电器、仪表、光学、服装、食品、化工和仓贮等产业中已得到广泛应用。多层工业厂房在整个工业建筑中所占的比重将会越来越大。

4.1.1　多层厂房的特点

与单层厂房相比，一般多层厂房有以下特点：

(1) 建筑物占地面积小。这不仅节约用地，而且还降低了基础和屋顶的工程量，缩短了厂区道路管线的长度，节约建设投资和维护管理费；

(2) 厂房进深较小。一般不需设天窗，屋面雨雪排除方便，屋顶构造简单，屋顶面积较小，有利于保温隔热、节省能源；

(3) 交通运输面积大。由于多层厂房同时有水平方向和垂直方向的运输系统（如电梯间、楼梯间、坡道等），增加了用于交通运输的建筑面积和空间；

(4) 由于多层厂房在楼层上要布置设备，受梁板结构经济合理性的制约，厂房柱网尺寸较小，使得厂房的通用性具有相对的局限性；

(5) 对楼层上布置荷载大、设备大、振动大的工艺适应性差，且结构计算和构造处理复杂。

多层通用厂房是专门为出租或出售而建造的没有固定工艺要求的通用性强的多层厂房，也叫单元厂房（分单元租售）或工业大厦。在多层厂房的基础上，多层通用厂房还有以下特点：

(1) 具有多种单元类型以满足不同厂家的需要，单元面积一般为 150 ~ 1500m^2；

(2) 具有较大的柱距、跨度及层高，以利于生产工艺的灵活布置与改进；

(3) 有明确的楼面、地面允许使用荷载；

(4) 厂房内各单元留有水、电、气接口，并分户计量；

(5) 各单元设有独立的厕浴等卫生措施；

(6) 厂房仅做简单的内装修，厂家租购后做二次装修；

(7) 厂房有完整的消防设施。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

4.1.2　多层厂房的适用范围

（1）生产工艺适合垂直布置的企业。这类企业的原材料大部分为粒状和粉状的散料或液体。经一次提升（或升高）后，可利原料的自重自上而下传送加工，直至产品成型。如面粉厂、造纸厂、啤酒厂、乳品厂和化工厂的某些生产车间；

（2）设备、原料及产品重量较轻的企业（楼面荷载小于 $2t/m^2$，单件垂直运输小于 3t）；

（3）生产上要求在不同层高上操作的企业，如化工厂的大型蒸馏塔、碳化塔等设备，高度比较大，生产又需在不同层高上进行；

（4）生产工艺对生产环境有特殊要求的企业。由于多层厂房每层空间较小，容易解决生产所要求的特殊环境（如恒温恒湿、净化洁净、无尘无菌等）。如仪表、电子、医药及食品类企业；

（5）当建筑用地紧张及城建规划需要时。

4.1.3　多层厂房结构方案

多层厂房结构型式的选择首先应该结合生产工艺及层数的要求进行。其次还应该考虑建筑材料的供应、当地的施工安装条件、构配件的生产能力以及基地的自然条件等。目前我国多层厂房承重结构有：混合结构、钢筋混凝土结构、钢结构。

1. 混合结构

混合结构为钢筋混凝土楼（屋）盖和砖墙承重的结构。分为墙承重和内框架承重二种型式。适用于楼面荷载不大，又无振动设备，层数在五层以下的中小型厂房。在地震区不宜选用。

2. 钢筋混凝土结构

钢筋混凝土结构是我国目前采用最广泛的结构形式。它的构件截面较小，强度较大，能适应层数较多、荷重较大、空间较大的需要。

（1）框架结构

一般可分为梁板式结构和无梁楼板结构两种。其中梁板式结构可分为横向承重框架、纵向承重框架及纵横向承重框架三种。横向承重框架刚度较好，适用于室内要求空间比较固定的厂房，是目前经常采用的一种形式。纵向承重框架的横向刚度较差，需在横向设置抗风墙、剪力墙，但由于横向连系梁的高度较小，楼层净空较高，有利于管道的布置。一般适用于需要灵活分隔的厂房。纵横向承重框架，采用纵横向均为刚接的框架，厂房整体刚度好，适用于地震区及各种类型的厂房。

（2）框架—剪力墙结构

框架与剪力墙共同工作的结构形式，具有较大的承载能力。一般适用于层数

较多，高度和荷载较大的厂房。

（3）无梁楼板结构

无梁楼板结构系由板、柱帽、柱和基础组成。其特点是没有梁。因此楼板底面平整、室内净空可有效利用。它适用于布置大统间及需灵活分间布置的要求，一般应用于荷载较大（10kN/m^2 以上）及无较大振动的厂房。柱网尺寸以近似或等于正方形为宜。

除上述的结构形式外，还可采用为设置技术夹层而采用的无斜腹杆平行弦屋架的大跨度桁架式结构。

3. 钢结构

钢结构具有重量轻、强度高、施工方便等优点。是国内外采用较多的一种结构形式。它施工速度快，能使工厂早日投产（一般认为可提高速度1倍左右）。

目前钢结构主要趋向是采用轻钢结构和高强度钢材。采用高强度钢结构较普通钢结构可节约钢材15%～20%，造价降低15%，减少用工20%左右。

4.2　生产工艺流程和柱网选择

多层厂房的柱网选择首先应注意满足生产工艺的要求。其次，运输设备和生活辅助用房的布置、基地的形状、厂房方位等都对平面设计有很大影响，必须全面、综合地加以考虑。

4.2.1　生产工艺特点和平面布置

生产工艺流程的布置是厂房平面设计的主要依据。各种不同生产流程的布置在很大程度上决定着多层厂房的平面形状和各层间的相互关系。

按生产工艺流向的不同，多层厂房的生产工艺流程的布置可归纳为以下三种类型（图5-4-2-1）：

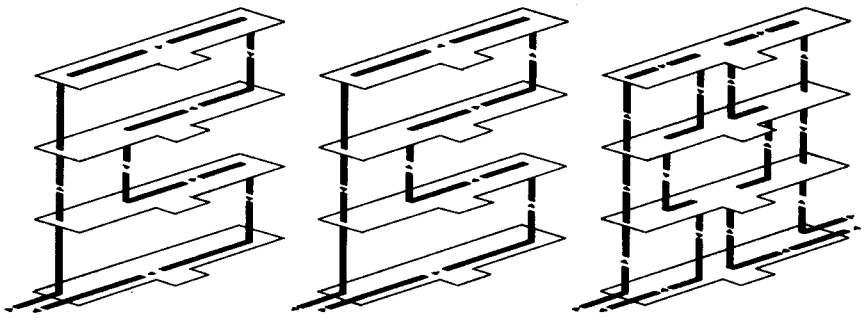


图5-4-2-1　多层厂房的三种生产工艺流程

（a）自上而下式；（b）自下而上式；（c）上下往复式

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

1. 自上而下式

这种布置的特点是把原料送至最高层后，按照生产工艺流程的程序自上而下的逐步进行加工，最后的成品由底层运出。这时常可利用原料的自重，以减少垂直运输设备的设置。一些粒状或粉状材料加工的工厂常采用这种布置方式。面粉加工厂和电池干法密闭调粉楼的生产流程都属于这一种类型。

2. 自下而上式

原料自底层按生产流程逐层向上加工，最后在顶层加工成成品。这种流程方式有两种情况：一是产品加工流程要求自下而上，如平板玻璃生产，底层布置溶化工段，靠垂直辊道由下而上运行，在运行中自然冷却形成平板玻璃；二是有些企业，原材料及一些设备较重，或需要有吊车运输等；同时，生产流程又允许或需要将这些工段布置在底层，其他工段依次布置在以上各层，这就形成了较为合理的自下而上的工艺流程。如轻工业类的手表厂、照相机厂或一些精密仪表厂的生产流程都是属于这种形式。

3. 上下往复式

这是既有上也有下的一种混合布置方式。它能适应不同情况的要求，应用范围较广。由于生产流程是往复的，不可避免地会引起运输上的复杂化，但它的适应性较强，是一种经常采用的布置方式。如印刷厂，由于铅印车间的印刷机和纸库的荷载都比较大，因而常布置在底层，别的车间如排字间一般布置在顶层，装钉、包装一般布置在二层。为适应这种情况，印刷厂的生产工艺流程就采用了上下往复的布置方式。

厂房平面形式应力求规整，以利于减少占地面积和围护结构面积，便于结构设计和施工；按生产需要，可将一些技术要求相同或相似的工段布置在一起。如要求空调的工段和对防振、防尘、防爆要求高的工段可各自集中在一起，进行分区布置；按通风日照要求合理安排房间朝向。一般说，主要生产工段应争取朝南向。但对一些具有特殊要求的房间，如要求空调的工段为了减少空调设备的负荷，在炎热地区应注意避免太阳辐射热的影响；寒冷地区应注意减少室外低温及冷风的影响。

4.2.2 平 面 形 式

由于各类企业的生产性质、生产特点、使用要求和建筑面积不同，其平面布置形式也不相同，一般有以下几种布置形式：

1. 内廊式

内廊式中间为走廊，两侧布置生产房间的办公、服务房间。这种布置形式适宜于各工段面积不大，生产上既需要相互紧密联系，但又不希望干扰的工段（图5-4-2-2）。各工段可按工艺流程的要求布置在各自的房间内，再用内廊（内走道）联系起来。对一些有特殊要求的生产工段，如恒温恒湿、防尘、防振的工段可分

别集中布置，以减少空调设施并降低建筑造价。

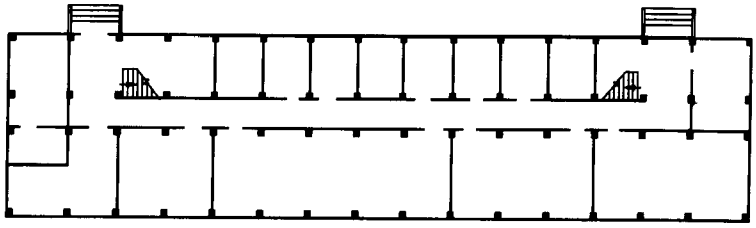


图 5-4-2-2　内廊式平面布置

2. 统间式

中间只有承重柱，不设隔墙。由于生产工段面积较大，各工序相互间又需紧密联系，不宜分隔成小间布置，这时可采用统间式的平面布置（图 5-4-2-3）。这种布置对自动化流水线的操作较为有利。在生产过程中如有少数特殊的工段需要单独布置时，可将它们加以集中，分别布置在车间的一端或一隅。

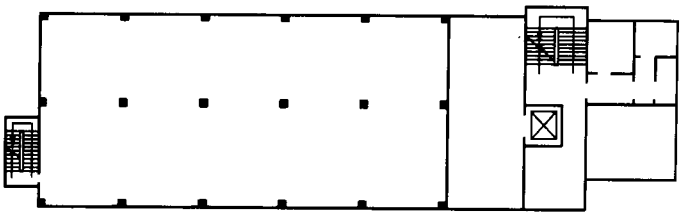


图 5-4-2-3　统间式平面布置

3. 大宽度式

为使厂房平面布置更为经济合理，亦可采用加大厂房宽度，形成大宽度式的平面形式。这时，可把交通运输枢纽及生活辅助用房布置在厂房中部采光条件较差的地区，以保证生产工段所需的采光与通风要求（图 5-4-2-4*a*）。此外对一些恒温恒湿、防尘净化等技术要求特别高的工段，亦可采用逐层套间的布置方法来满足各种不同精度的要求。这时的通道往往布置成环状，而沿着通道的外围尚可布置一些一般性的工段或生活行政辅助用房（图 5-4-2-4*b*、*c*）。

4. 混合式

混合式由内廊式与统间式混合布置而成。依生产工艺需要可采取同层混合或分层混合的形式。它的优点是能满足不同生产工艺流程的要求，灵活性较大。缺点是施工较烦，结构类型较难统一，常易造成平面及剖面形式的复杂化，对防震也不利。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

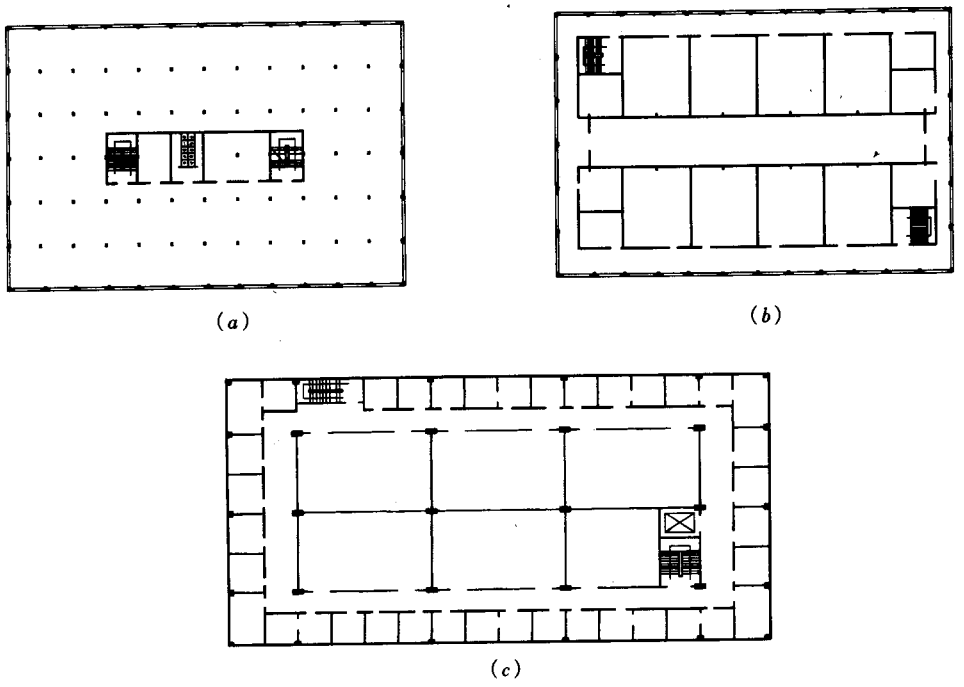


图 5-4-2-4　大宽度式平面布置

（a）中间布置交通服务性用房；（b）环状布置通道（通道在外围）；

（c）环状布置通道（通道在中间）

4.2.3　柱网选择

柱网的选择首先应满足生产工艺的需要，其尺寸的确定应符合《建筑模数协调统一标准》（GBJ 2—86）和《厂房建筑模数协调标准》（GBJ 6—86）的要求。同时还应考虑厂房的结构、材料、经济合理性、施工可能性。

根据《厂房建筑模数协调标准》，多层厂房的跨度（进深）应采用扩大模数15M数列，宜采用6.0、7.5、9.0、10.5和12m。厂房的柱距（开间）应采用扩大模数6M数列，宜采用6.0、6.6和7.2m。其中内廊式厂房走廊的跨度应采用扩大模数3M数列，宜采用2.4、2.7和3.0m。

在工程实践中结合上述平面布置形式，多层厂房的柱网可概括为以下几种主要类型（图5-4-2-5）：

1. 内廊式柱网

内廊式柱网适用于内廊式的平面布置且多采用对称式，如图5-4-2-5（a）。在仪表、电子、电器等类企业中应用较多，主要是用于零件加工或装配车间。常用柱网尺寸有：（6+2.4+6）×6；（7.5+3+7.5）×6等。

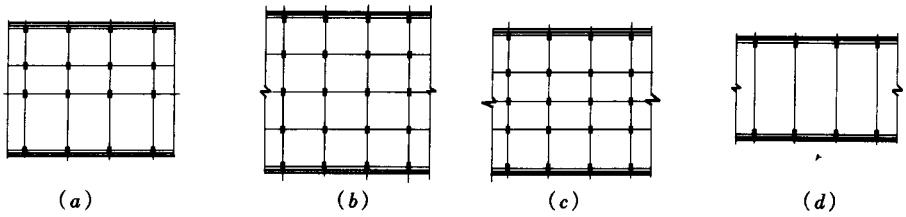


图 5-4-2-5　柱网布置的类型

（a）内廊式；（b）等跨式；（c）对称不等跨式；（d）大跨度式

2. 等跨式柱网

它主要适用于需要大面积布置生产工艺的厂房，底层一般布置机加工、仓库或总装配车间等，有的还布置有起重运输设备，如图 5-4-2-5（b）。适用于机械、轻工、仪表、电子等工业厂房。这类柱网可以是两个以上连续等跨的形式。用轻质隔墙分隔后，亦可作内廊式的平面布置。常用柱网尺寸有：（6 + 6）× 6 m，(7.5 + 7.5）× 6，（9 + 9）× 6m 等。

3. 对称不等跨柱网

这种柱网的特点及适用范围基本和等跨式柱网类似，如图 5-4-2-5(c)。常用的柱网尺寸有：(6 + 7.5 + 7.5 + 6) × 6m(仪表类)，(1.5 + 6 + 6 + 1.5) × 6m(轻工类)，(7.5 + 7.5 + 12 + 7.5 + 7.5) × 6m 及(9 + 12 + 9) × 6m(机械类)等数种。

4. 大跨度式柱网

这种柱网由于取消了中间柱子，为生产工艺的变革提供更大的适应性。因为扩大了跨度（大于 12m），楼层常采用桁架结构，这样楼层结构的空间（桁架空间）可作为技术层，用以布置各种管道及生活辅助用房，如图 5-4-2-5（d）。

除上述主要柱网类型外，在实践中根据生产工艺及平面布置等各方面的要求，也可采用其他一些类型的柱网，如(9 + 6) × 6，(6 ~ 9 + 3 + 6 ~ 9 + 3 + 6 ~ 9) × 6 等。

4.3　楼、电梯间和生活间布置

4.3.1　楼、电梯间的布置

多层厂房的电梯间和主要楼梯通常布置在一起，组成交通枢纽。在满足生产要求的基础上，楼、电梯的布置应尽可能优化厂房的空间组合，丰富立面造型。

楼梯在平面设计中，首先应是人流、货流互不干扰，并应布置在明显、易找的部位，其数量及布置应满足有关防火安全疏散的要求。楼、电梯间在多层厂房平面中的位置，如图 5-4-3-1 所示。

电梯前厅需留够一定面积，以利货运回转及货物的临时堆放。电梯间在底层平面最好有直接对外出入口。电梯间附近宜设楼梯或辅助楼梯，以便在电梯发生

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

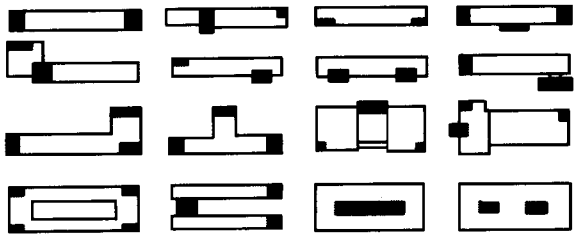


图 5-4-3-1　楼、电梯间在多层厂房平面中的位置

故障或检修时能替代交通运输。

常见的楼电梯间与出入口间关系的处理有两种方式。一种是人、货流由同一出入口进出（如图 5-4-3-2）。楼梯与电梯的相对位置可有不同的布置方案。但不

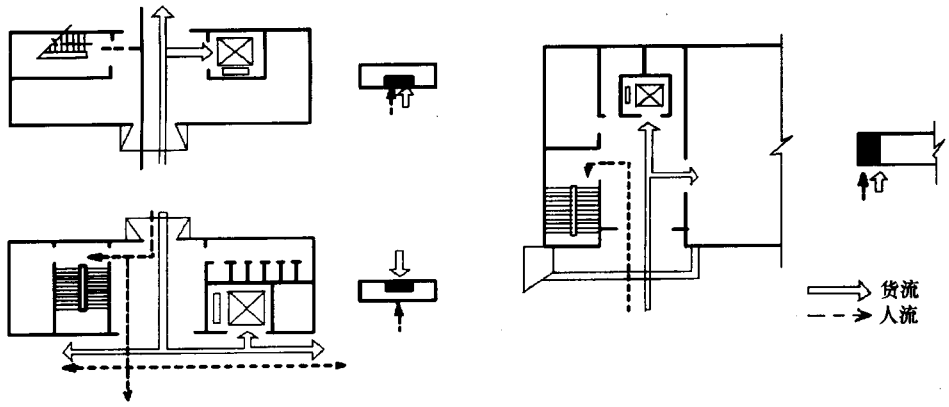


图 5-4-3-2　人流货流同门进入

论组合方式如何，均要达到人、货流同门进出，直捷通畅而互不相交。另一种方式是人、货流异门进出，设置人行和货运两个出入口（图 5-4-3-3）。这种组合方

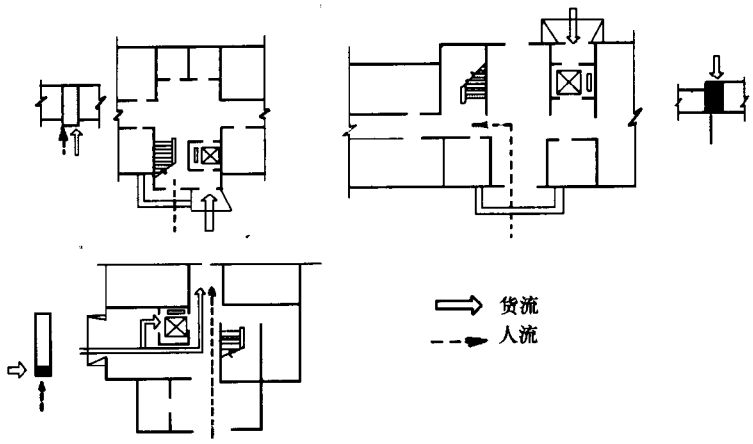


图 5-4-3-3　人流货流异门布置

式易使人、货流分流明确，互不交叉干扰，对生产上要求洁净的厂房尤其适用。

4.3.2　生活间及辅助房间的布置

多层厂房的生活间的位置与生产厂房的关系，从平面布置上可归纳为两类。

1. 设置于厂房内部

将生活间布置在生产车间所在同一结构体系内。其特点是可以减少结构类型和构件，有利于施工。图 5-4-3-4、图 5-4-3-5 是生活间在主体内部的两种布置方式。

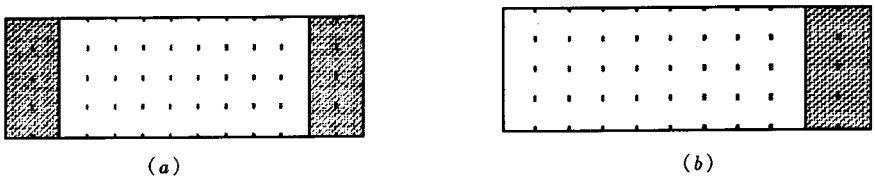


图 5-4-3-4　生活间布置在主体端部

(a) 生活间在车间两端；(b) 生活间在车间一端

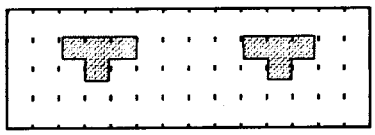


图 5-4-3-5　生活间布置在主体中部

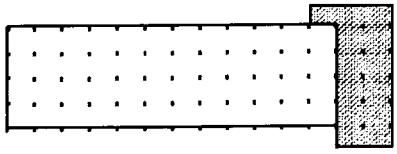


图 5-4-3-6　生活间在主体山墙外侧

2. 设于生产厂房外

生活间布置在与生产车间相连接的另一独立的楼层内，这种布置可使主体结构统一，并使生活间与主体可采用不同的层高、柱网和结构形式，有利于降低建筑造价。通常布置方式有：布置在山墙外和布置在侧墙外，如图 5-4-3-6、图 5-4-3-7 所示。

生活间的组合方式一般有两种：即非通过式和通过式。

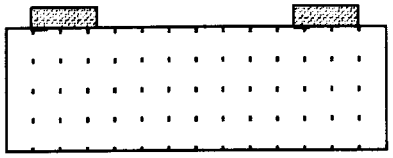


图 5-4-3-7　生活间在主体侧墙外侧

(1) 非通过式生活间是对人流活动不进行严格控制的房间组合方式。适用于生产环境清洁度要求不高的一般生产车间。可将更衣室布置在上下班人流线上，将用水房间集中布置。

(2) 通过式生活间是对人流的活动要进行严格控制的房间组合方式。适用于生产环境清洁要求严格的空调车间、洁净车间、无菌车间。如光学仪器厂的光学车间，电视机厂的显像管车间。布置房间时，应使工人按照特定路线活动，防止将不清洁的东西带进车间。清洁度要求愈高，人流线路愈严格，通常按以下程序

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

布置生活间：工人在通过式生活间的换鞋室换鞋，是生活间洁污区的分界处，布置时要注意不要使已换上清洁服装的工人再去经过污染区（图 5-4-3-8）。

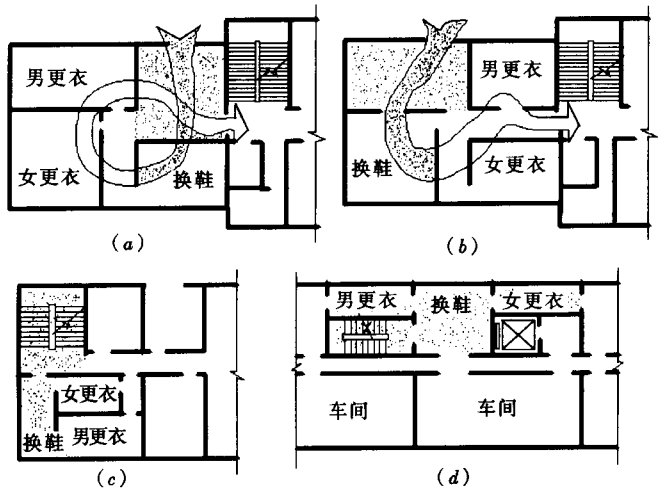


图 5-4-3-8　通过式生活间平面示意图

（a）生活间集中布置，洁污路线交叉；（b）生活间集中布置，洁污路线分开

（c）、（d）生活间分层布置

4.4　多层厂房技术经济分析

4.4.1　厂房不同平面形状的技术特点

（1）厂房占地面积与厂房外墙表面积的关系，由图 5-4-4-1 说明厂房外墙表面积越大，厂房占地面积越大，经济性越低。

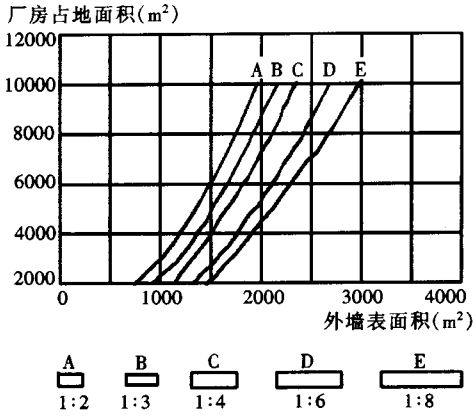


图 5-4-4-1　不同矩形平面形状的技术特点

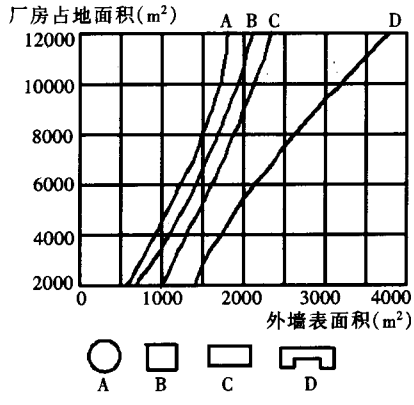


图 5-4-4-2　不同平面形状的技术特点

(2) 厂房不同矩形平面与厂房占地面积的关系，从图 5-4-4-2 可看出，平面长宽比值越大，占地面积越大，经济性越低。

(3) 常用柱网造价比较（表 5-4-4-1）。

常用柱网的钢材、混凝土用量比较　　**表 5-4-4-1**

结构类型	柱网尺寸	混凝土用量		钢材用量		单位面积建筑造价
	(m×m)	(cm/m^2)	(%)	(N/m^2)	(%)	(%)
整体式	(7+3+7)×6	15.87	100	96.9	100	100
	(6+6+6)×6	15.39	97.0	92.3	95.3	97.2
	(9+9)×6	16.84	106	101.5	109.0	104.5
装配式	(7+3+7)×6	15.50	97.6	133.2	137.5	106.0
	(6+6+6)×6	15.38	96.8	123.5	127.5	105.5
	(9+9)×6	16.43	103	141.9	146.5	109.5
装配框架式	(9+9)×6	17.70	112	170.7	176.0	113.0

注：1. 比较条件为：三层厂房，层高 5.8m、4.8m，考虑七级地震，屋面荷载为 $75kg/m^2$，楼面荷载为 $750kg/m^2$。以（7+3+7）×6 整体为 100%。

2. 表中除装配式框架外，其余均为外墙承重。

3. 表中未考虑因工艺布置对建筑面积利用的因素。

4.4.2　层高、层数与经济的关系

1. 层高与经济的关系

从图 5-4-4-3 可以看到，层高和单位面积造价的变化呈正比关系，即层高每增加 0.6m，单位面积造价提高约 8.3%左右。因此在决定层高时不能忽视经济的分析。

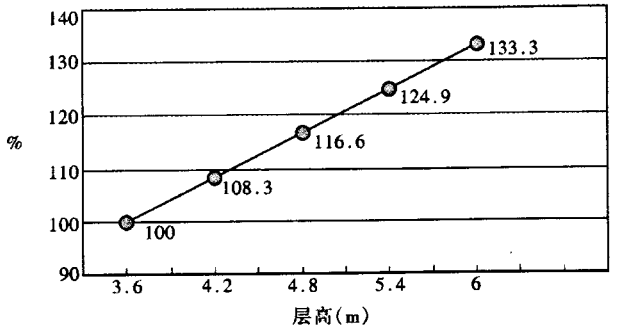


图 5-4-4-3　层高与单位造价的关系

2. 层数与经济的关系

据国外研究的资料，经济层数的确定和厂房展开面积的大小有关；展开面积愈大，层数愈可提高。此外合理层数和建筑宽度及长度也有关系。如图 5-4-4-4

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

所示，以建筑宽度为30m，长度为120m的单层厂房的单位面积造价为100。图中曲线表明，以3～5层较经济。当建筑宽度和长度增加时，经济的层数可为4～5层。层数再增多，一般是不经济的。图5-4-4-5所示为根据国内资料所绘成的曲线，表示经济层数和每 m^2 单位造价间的关系。

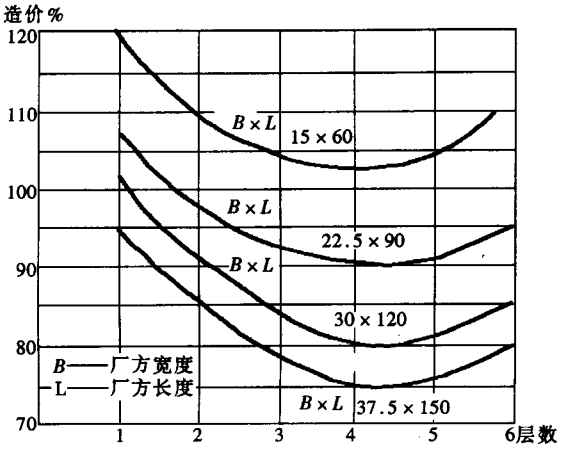


图5-4-4-4　层数对造价的影响（国外资料）

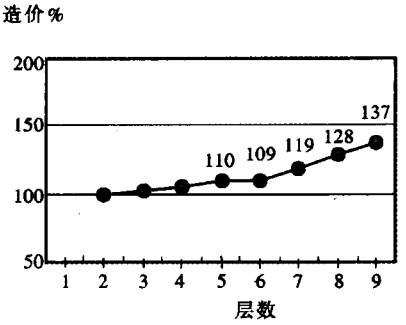


图5-4-4-5　层数与单位面积的造价（国内资料）

第6篇　工业建筑构造

第1章　单层工业建筑外墙及厂房大门、地面构造

1.1　单层工业建筑外墙构造

当单层工业建筑跨度及高度不大，没有或只有较小的起重运输设备时，可采用承重砌体墙直接承担屋盖与起重运输设备等荷载（图6-1-1-1）。

当单层工业建筑跨度及高度较大、起重运输设备较重时，通常由钢筋混凝土（或钢）排架柱来承担屋盖与起重运输设备等荷载，而外墙仅起围护作用，这种围护墙又分为自承重的砌体墙和大型板材墙以及挂板墙（图6-1-1-2）。

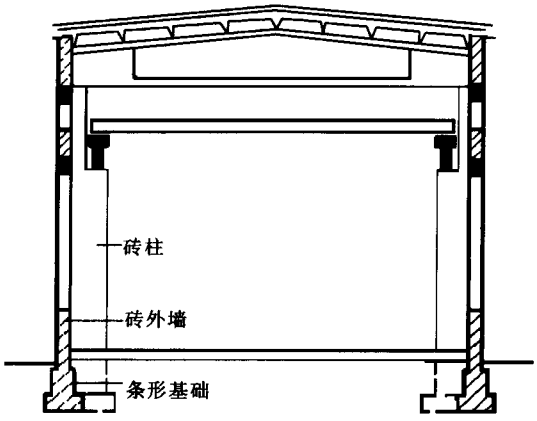


图6-1-1-1　承重砖墙单层厂房

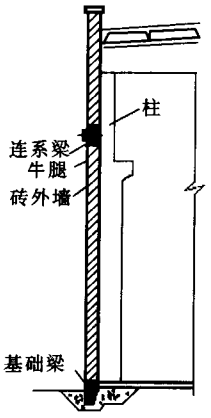


图6-1-1-2　自承重砖墙单层厂房

1.1.1　承重砌体墙

承重的砌体墙经济实用，但整体性差，抗震能力弱，这使它的使用范围受到很大的限制。根据《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2001）的规定，它只适用于以下范围：

（1）单跨和等高多跨且无桥式吊车的车间、仓库等。

（2）6～8度设防时，跨度不大于15m且柱顶标高不大于6.6m。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

（3）9度设防时，跨度不大于12m且柱顶标高不大于4.5m。

1.1.2　自承重的砌体墙

它是单层厂房常用的外墙形式之一，可采用砖砌体或砌块砌筑。

1. 自承重墙的支承

自承重墙直接支承在基础梁上，基础梁支承在杯形基础的杯口上，这样可以避免墙、柱、基础交接的复杂构造，同时加快施工进度，方便构件的定型化和统一化。

根据基础埋深不同，基础梁有不同的搁置方式（图6-1-1-3）。不论哪种形式，基础梁顶面的标高通常低于室内地面50mm，并高于室外地面100mm，车间室内外高差为150mm，可以防止雨水倒流，也便于设置坡道，并保护基础梁。

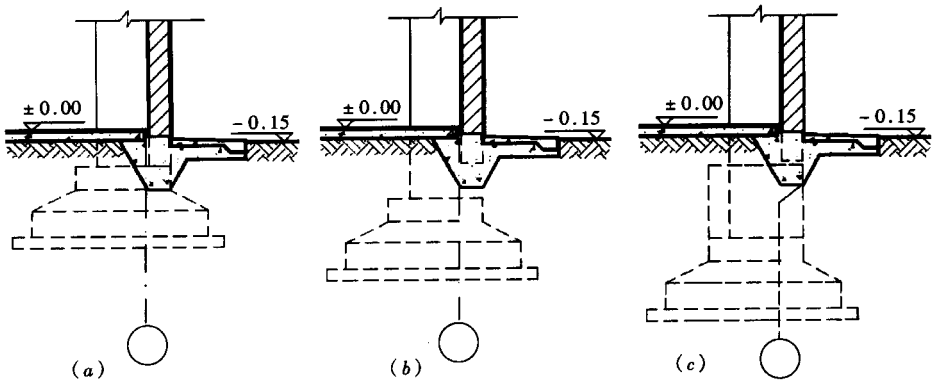


图6-1-1-3　自承重砖墙下部构造

（a）基础梁设置在杯口上；（b）基础梁设置在垫块上；

（c）基础梁设置在小牛腿（或高杯基础的杯口）上

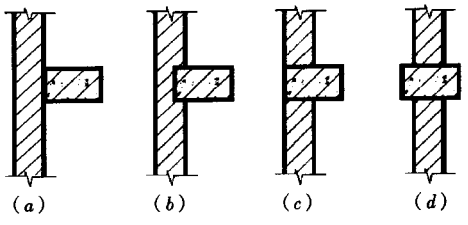


图6-1-1-4　厂房外墙与柱的相对位置

2. 墙和柱的相对位置及连结构造

（1）墙和柱的相对位置：排架柱和外墙的相对位置通常有四种构造方案（图6-1-1-4）。其中方案（a）构造简单、施工方便、热工性能好，便于厂房构配件的定型化和统一化，采用最多；方案（b）把排架柱局部嵌入墙内，比前者稍节约土地，可在一定程度上加强柱列的刚度，但基础梁等构配件复杂，施工麻烦；方案（c）和（d）基本相同，虽可加强排架柱的刚度，但结构外露易受气温变化影响，基础梁等构配件复杂化，施工不便。

（2）墙和柱的连结构造：为使自承重墙与排架柱保持一定的整体性与稳定性，必须加强墙与柱的连结。其中最常见的做法是采用钢筋拉结（图6-1-1-5）。

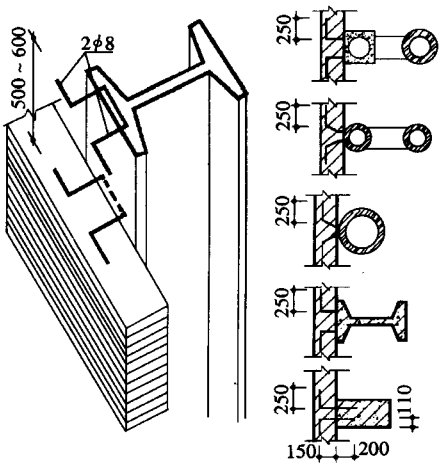


图 6-1-1-5　墙与柱的连结

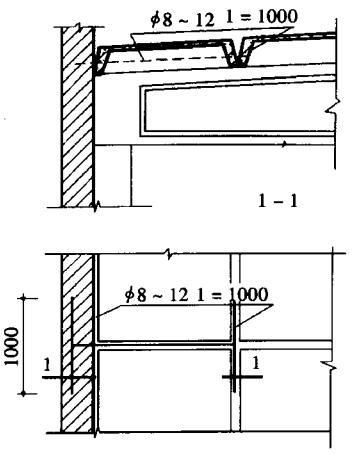


图 6-1-1-6　女儿墙与屋面的连结

（3）女儿墙的拉结构造：女儿墙厚一般不小于 240mm，其高度应满足安全和抗震的要求。在非地震区，宜设置高度 1m 左右的女儿墙或护栏。在地震区或受振动影响较大的厂房，女儿墙高度不应超过 500mm，并设钢筋混凝土压顶。女儿墙拉结构造见图 6-1-1-6。

（4）抗风柱的连结构造：山墙承受水平风荷载，应设置钢筋混凝土抗风柱来保证自承重山墙的刚度和稳定性（图 6-1-1-7）。抗风柱的间距以 6m 为宜，个别可采用 4.5m 和 7.5m 柱距。抗风柱的下端插入基础杯口，其上端通过一个特制的“弹簧”钢板与屋架相连结，使二者之间只传递水平力而不传递垂直力（图 6-1-1-8）。

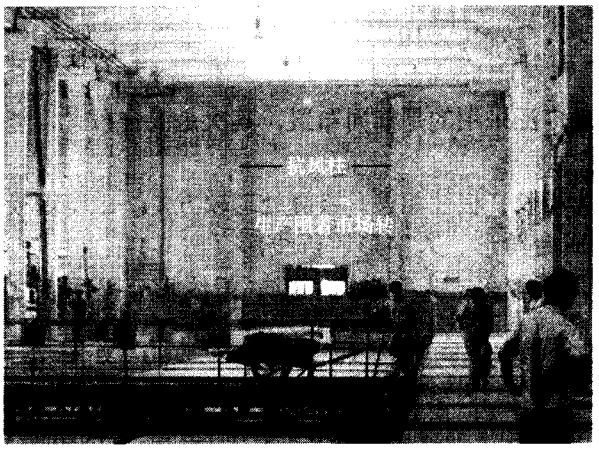


图 6-1-1-7　山墙抗风柱

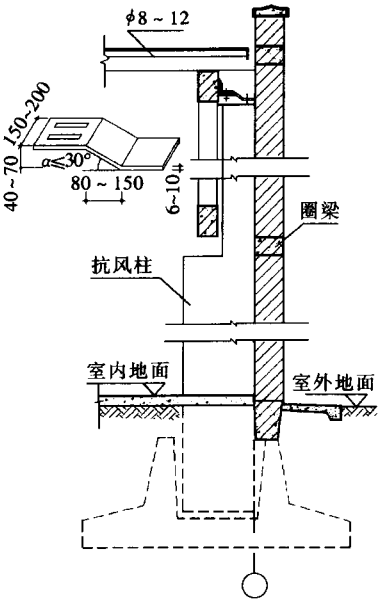


图 6-1-1-8　山墙与抗风柱的连结

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

3. 连系梁构造

连系梁是连系排架柱并增强厂房纵向刚度的重要措施，同时它还承担着上部墙体荷载。连系梁多采用预制装配式和装配整体式的构造方式，跨度一般为4～6m，支承在排架柱外伸的牛腿上，并通过螺栓或焊接与柱子连结（图6-1-1-9）。若梁的位置与门窗过梁一致，并在同一水平面上能交圈封闭时，可兼做过梁和圈梁。

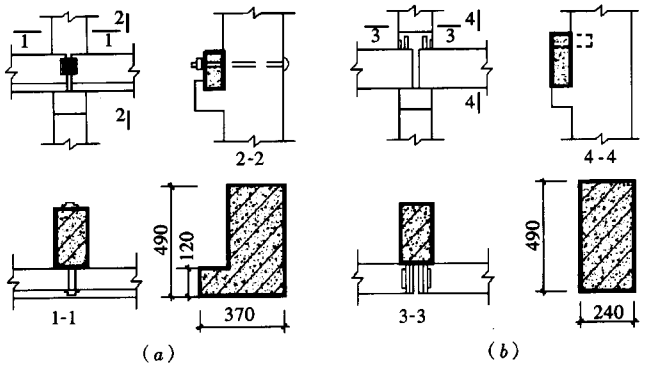


图6-1-1-9　连系梁构造

（a）螺栓连结；（b）焊接连结

1.1.3　大型板材墙

采用大型板材墙可成倍地提高工程效率，加快建设速度。同时它还具有良好的抗震性能。因此大型板材墙是我国工业建筑应优先采用的外墙类型之一。

1. 墙板的类型

墙板的类型很多，按其受力状况分有承重墙板和非承重墙板；按其保温性能分有保温墙板和非保温墙板；按所用材料分有单一材料墙板和复合材料墙板；按其规格分有基本板、异形板和各种辅助构件；按其在墙面的位置分有一般板、檐下板和山尖板等。

2. 墙板的布置

墙板在墙面上的布置方式，最广泛采用的是横向布置，其次是混合布置，竖向布置采用较少（图6-1-1-10）。

横向布置时板型少，以柱距为板长，板柱相连，板缝处理较方便。山墙墙板布置与侧墙同，山尖部位可布置成台阶形、人字形、折线形（图6-1-1-11）等。台阶形山尖异形墙板少，但连接用钢较多，人字形则相反，折线形介乎两者之间。

3. 墙板的规格

单层厂房基本板的长度应符合我国《厂房建筑模数协调标准》（GBJ 6—86）的规定，并考虑山墙抗风柱柱距，有4500、6000、7500、12000mm等规格。根据

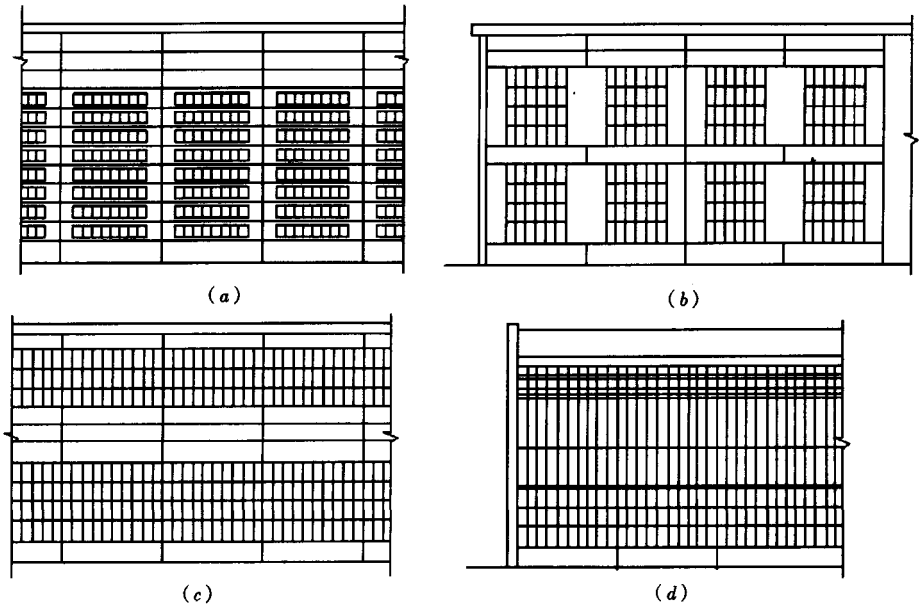


图 6-1-1-10　墙板布置方式

（a）横向布置（有带窗板）；（b）横向布置（通长带型窗）；

（c）混合布置；（d）竖向布置

生产工艺的需要，也可采用9000mm的板长。基本板高度应符合 3M 模数，规定为 1800、1500、1200 和 900mm 四种。基本板厚度应符合 1/5M 模数，并按结构计算确定。

4. 墙板连接

（1）板柱连接

板柱连接应安全可靠，便于制作、安装和检修。一般分柔性连接和刚性连接两类。

柔性连接的特点是：墙板与厂房骨架以及板与板之间在一定范围内可相对独立位移，能较好地适应振动引起的变形。设计烈度高于 7 度的地震区宜用此法连接墙板。

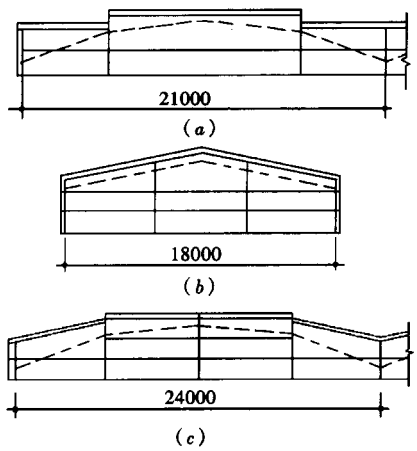


图 6-1-1-11　山墙山尖墙板布置

（a）台阶形；（b）人字形；（c）折线形

图 6-1-1-12（a）所示为螺栓挂钩柔性连接。其优点是安装时一般无焊接作业，维修换件也较容易，但用钢量较多，暴露的零件较多，在腐蚀性环境中必须严加防护。图 6-1-1-12（b）所示为角钢挂钩柔性连接。其优点是用钢量较少，

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

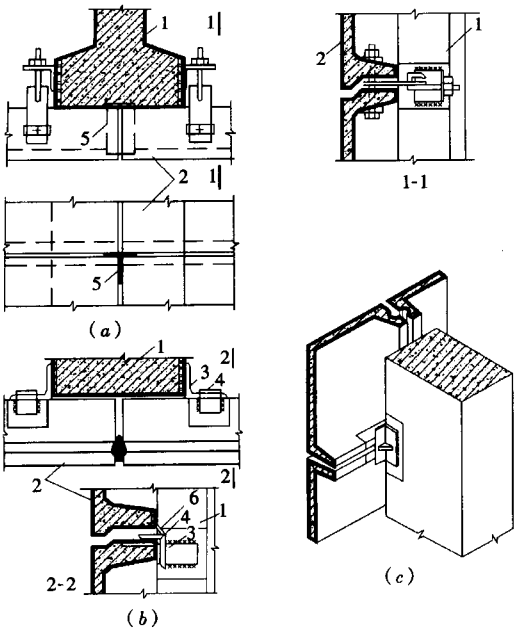


图 6-1-1-12　墙板与柱连结示例

(a)螺栓挂钩柔性连接和钢支托;(b)角钩挂钩柔性连接;(c)刚性连接
1—柱；2—墙板；3—柱侧预焊角钢；4—墙板上预焊角钢；
5—钢支托；6—上下板连接筋（焊接）

暴露的金属面较少，有少许焊接作业，但对土建施工的精度要求较高。角钢挂钩连接施工方便快捷，但相对独立位移较差。

刚性连接（图 6-1-1-12c）就是将每块板材与柱子用型钢焊接在一起，无需另设钢支托。其突出的优点是连接件钢材少，但由于失去了能相对位移的条件，对不均匀沉降和振动较敏感，主要用在地基条件较好，振动影响小和地震烈度小于 7 度的地区。

(2) 板缝处理

对板缝的处理首先要求是防水，并应考虑制作及安装方便，对保温墙板尚应注意满足保温要求。其构造可参照本书第 4 篇第 3 章和第 9 章中的有关做法。

1.1.4　轻质板材墙

在单层厂房外墙中，石棉水泥波瓦、塑料外墙板、金属外墙板等轻质板材的使用日益广泛。它们的连接构造基本相同，现以石棉水泥波瓦墙为例简要叙述如下。

石棉水泥波瓦墙具有自重轻、造价低、施工简便的优点，但属于脆性材料，容易受到破坏。多用于南方中小型热加工车间、防爆车间和仓库。对于高温高湿和有强烈振动的车间不宜采用。

石棉水泥波瓦通常是通过连接件悬挂在厂房骨架水平连系梁上（图 6-1-1-13），连系梁采用钢筋混凝土和钢材制作。

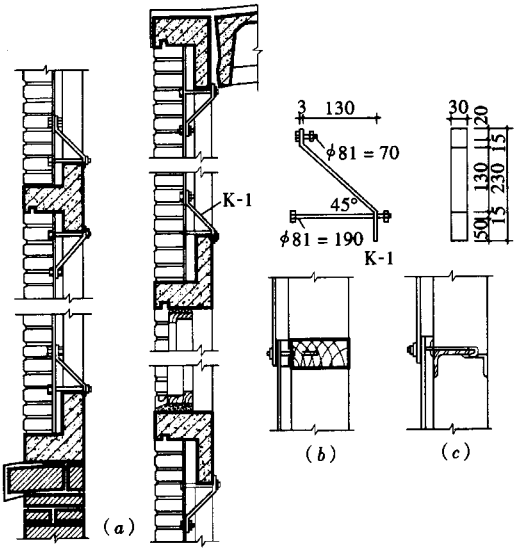


图 6-1-1-13　石棉水泥波瓦墙板连接构造

其垂直距离应与瓦长相适应，瓦缝上下搭接不小于 100mm，左右搭接为一个瓦垅，搭缝应与主导风向相顺。为避免碰撞损坏，墙角、门洞和勒脚等部位可采用砌筑墙或钢筋混凝土墙板。

1.1.5 开敞式外墙

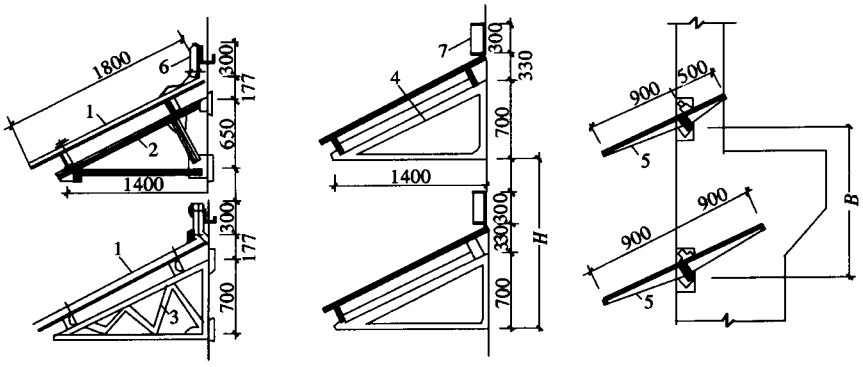
南方炎热地区热加工车常采用开敞或半开敞式外墙（图 6-1-1-14），该外墙的主要特点是既能通风又能防雨，故其外墙构造主要就是挡雨板的构造，常用的有：



图 6-1-1-14　某开敞式外墙厂房

1. 石棉水泥波瓦挡雨板

其特点是轻，图 6-1-1-15（a）即其构造示例。该例中基本构件有：型钢支架（或钢筋支架）、型钢檩条、中波石棉水泥波瓦挡雨板及防溅板。挡雨板垂直间距视车间挡雨要求与飘雨角而定。



（a）　（b）　（c）

图 6-1-1-15　挡雨板构造示例

1—石棉水泥波瓦；2—型钢支架；3—圆钢筋轻型支架；4—轻型混凝土挡雨板及支架；5—无支架钢筋混凝土挡雨板；6—石棉水泥波瓦防溅板；7—钢筋混凝土防溅板

2. 钢筋混凝土挡雨板（图 6-1-1-15b、c）：

（b）式基本构件有三：支架、挡雨板、防溅板。（c）式构件最少，但风大雨多时飘雨多。室外气温很高，风沙大的干热带地区不应采用开敞式外墙。

1.2 厂房大门构造

1.2.1 厂房大门的尺寸与类型

工业厂房大门主要是供人、货流通行及疏散之用。因此门的尺寸应根据所需

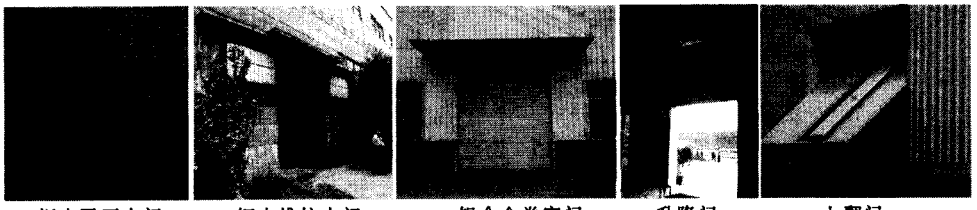
标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

运输工具类型、规格、运输货物的外形并考虑通行方便等因素来确定。一般门的宽度应比满装货物时的车辆宽 600～1000mm，高度应高出 400～600mm。常用厂房大门的规格尺寸见图 6-1-2-1。

运输工具 \ 洞口宽	2100	2100	3000	3300	3600	3900	4200 4500	洞口高
3t 矿车								2100
电瓶车								2400
轻型卡车								2700
中型卡车								3000
重型卡车								3900
汽车起重机								4200
火车								5100 5400

图 6-1-2-1　厂房大门尺寸（mm）

一般大门的材料有木、钢木、普通型钢和空腹薄壁钢等几种。门宽 1.8m 以内时可采用木制大门。当门洞尺寸较大时，为了防止门扇变形常采用钢木大门或钢板门。高大的门洞需采用各种钢门或空腹薄壁钢门。大门的开启方式见图 6-1-2-2。



钢木平开大门　钢木推拉大门　铝合金卷帘门　升降门　上翻门

图 6-1-2-2　各种开启方式不同的厂房大门

1.2.2　厂房大门的一般构造

1. 平开门

平开门是由门扇、铰链及门框组成。门洞尺寸一般不宜大于 3.6m × 3.6m，门扇可由木、钢或钢木组合而成。门框有钢筋混凝土和砌体两种（图 6-1-2-3）。当门洞宽度大于 3m 时，设钢筋混凝土门框。洞口较小时可采用砌体砌筑门框，墙内砌入有预埋铁件的混凝土块。一般每个门扇设两个铰链。图 6-1-2-4 所示为常用钢木平开大门示例。

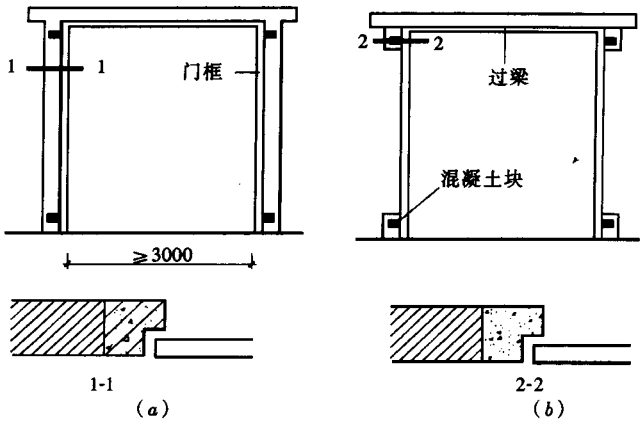


图 6-1-2-3　厂房大门门框

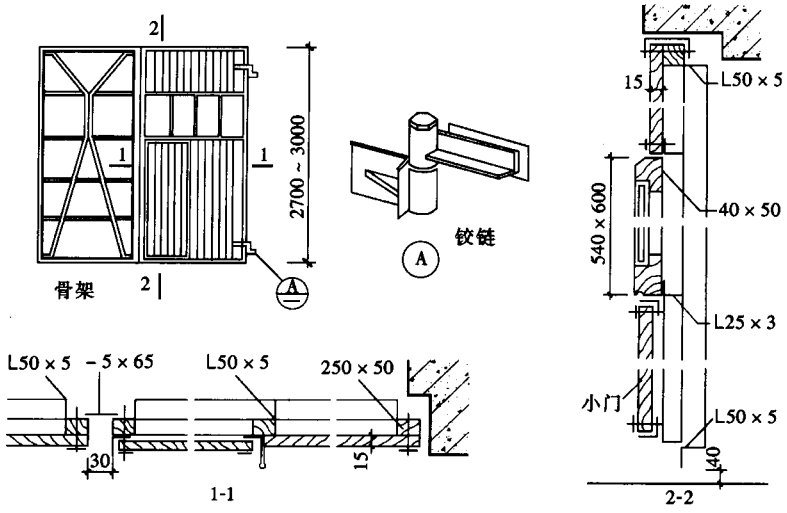


图 6-1-2-4　钢木平开门构造示例

2. 推拉门

推拉门由门扇、门轨、地槽、滑轮及门框组成。门扇可采用钢木门、钢板门、空腹薄壁钢门等。根据门洞大小，可布置成多种形式（图 6-1-2-5）。推拉门

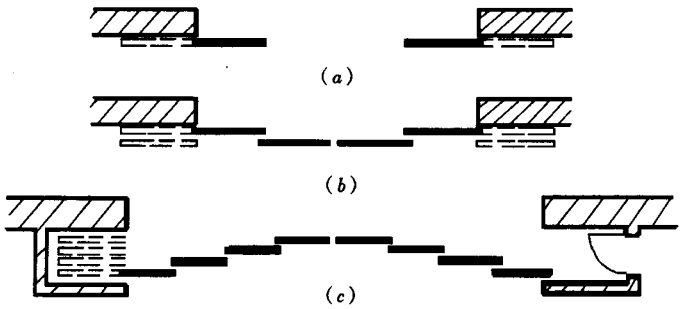


图 6-1-2-5　推拉门布置形式

（a）单轨双扇；（b）多轨多扇；（c）多轨多扇

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

的支承方式分为上挂式和下滑式两种，当门扇高度小于4m时，用上挂式。当门扇高度大于4m时，多用下滑式，在门洞上下均设导轨，下面的导轨承受门扇的重量。推拉门位于墙外时，需设雨篷。图6-1-2-6为不同形式的推拉门示例。

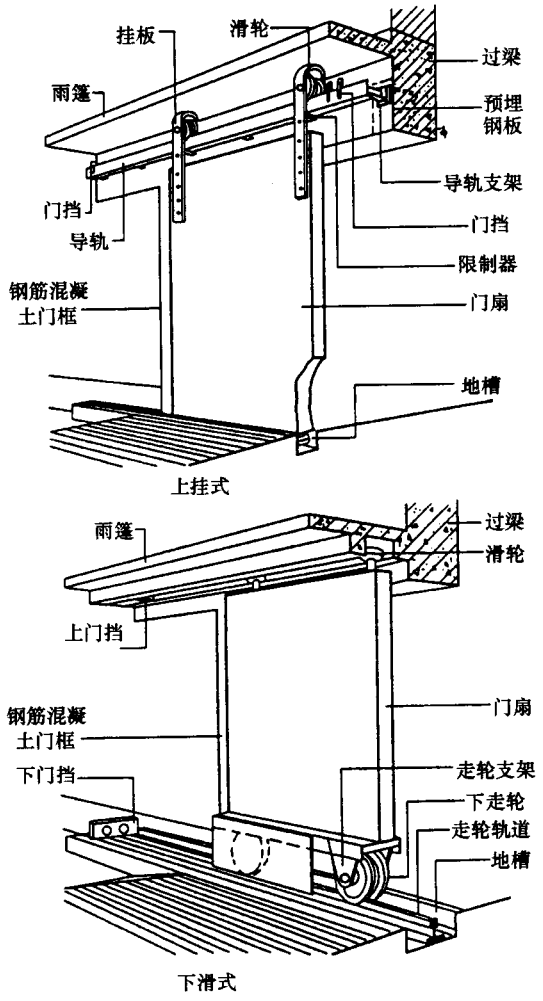


图6-1-2-6　不同形式的推拉门

3. 卷帘门

卷帘门主要由帘板、导轨及传动装置组成。帘板由铝合金页板组成。页板的下部采用钢板和角钢增强刚度，并便于安设门锁。页板的上部与卷筒连接，开启时，页板沿着门洞两侧的导轨上升并卷在卷筒上。门洞的上部安设传动装置，传动装置分手动和电动两种。图6-1-2-7所示为电动式卷帘门示例。

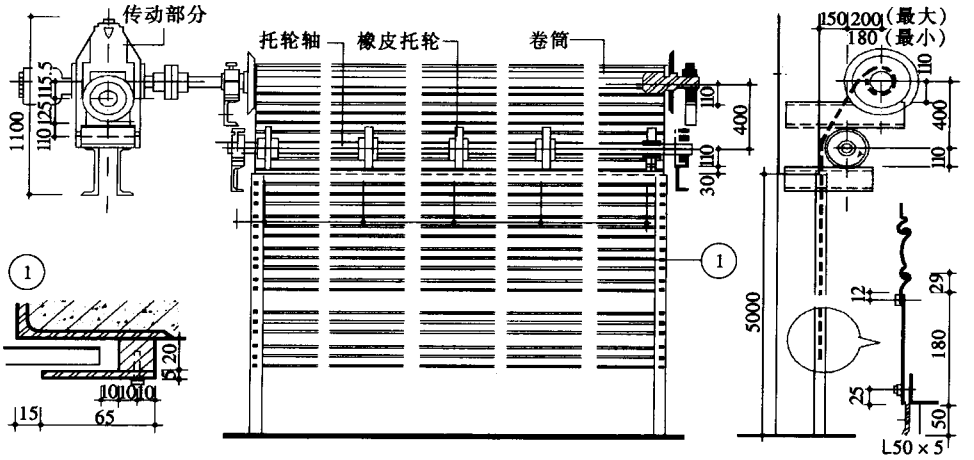


图 6-1-2-7　电动式卷帘门构造示意

1.2.3　特 殊 要 求 的 门

1. 防火门

防火门用于加工易燃品的车间或仓库。根据耐火等级的要求选用。防火门目前多采用自动控制联动系统启闭（图 6-1-2-8）。

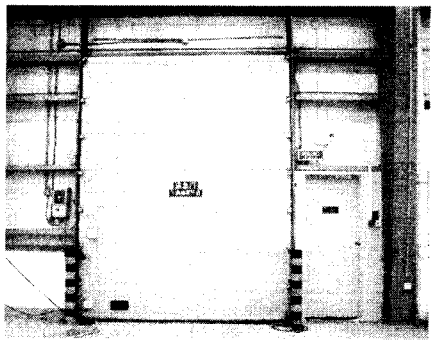


图 6-1-2-8　自动控制联动系统启闭防火卷帘

2. 保温门、隔声门

一般保温门和隔声门的门扇常采用多层复合板材，在两层面板间填充保温材料或吸声材料。门缝密闭处理和门框的裁口形式对保温、隔声和防尘有很大影响。一般保温门和隔声门的节点构造如图 6-1-2-9 所示。

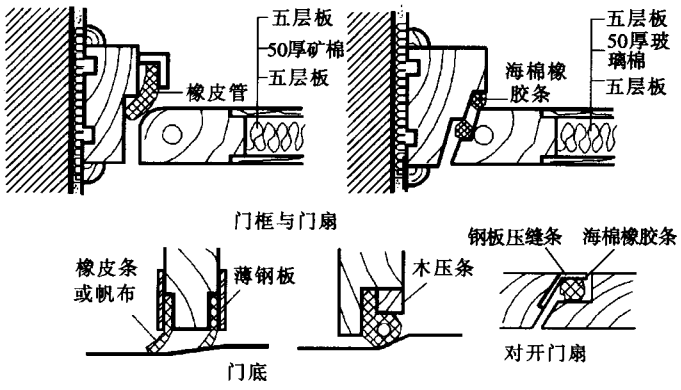


图 6-1-2-9　保温门、隔声门门缝节点处理

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

1.3 厂房地面构造

厂房地面与民用建筑地面构造基本相同，一般由面层、垫层和地基组成。但厂房的地面往往面积大、荷载重，还要满足各种生产使用要求。因此，合理地选择厂房地面材料及构造，不仅对生产，而且对投资都有较大的影响。

1.3.1 面层选择

面层是直接承受各种物理和化学作用的表面层，应根据生产特征、使用要求和影响地面的各种因素来选择地面。面层的选用可参见表6-1-3-1。

地面面层选择　　表6-1-3-1

生产特征及对垫层使用要求	适宜的面层	生产特征举例
机动车行驶、受坚硬物体磨损	混凝土、铁屑水泥、粗石	车行通道、仓库、钢绳车间等
坚硬物体对地面产生冲击（10kg以内）	混凝土、块石、缸砖	机械加工车间、金属结构车间等
坚硬物体对地面有较大冲击（50kg以上）	矿渣、碎石、素土	铸造、锻压、冲压、废钢处理等
受高温作用地段（500℃以上）	矿渣、凸缘铸铁板、素土	铸造车间的熔化浇铸工段、轧钢车间加热和轧机工段、玻璃熔制工段
有水和其他中性液体作用地段	混凝土、水磨石、陶板	选矿车间、造纸车间
有防爆要求	菱苦土、木砖沥青砂浆	精苯车间、氢气车间、火药仓库等
有酸性介质作用	耐酸陶板、聚氯乙烯塑料	硫酸车间的净化、硝酸车间的吸收浓缩
有碱性介质作用	耐碱沥青混凝土、陶板	纯碱车间、液氨车间、碱熔炉工体段
不导电地面	石油沥青混凝土、聚氯乙烯塑料	电解车间
要求高度清洁	水磨石、陶板马赛克、拼花木地板、聚氯乙烯塑料、地漆布	光学精密器械、仪器仪表、钟表、电讯器材装配

1.3.2 细部构造

1. 缩缝

混凝土垫层需考虑温度变化产生的附加应力的影响，同时防止因混凝土收缩

变形所导致的地面裂缝。一般厂房内混凝土垫层按 3 ~ 6m 间距设置纵向缩缝，6 ~ 12m 间距设置横向缩缝，设置防冻胀层的地面纵横向缩缝间距不宜大于 3m。缝的构造形式有平头缝、企口缝、假缝（图 6-1-3-1），一般多为平头缝。企口缝适合于垫层厚度大于 150mm 的情况，假缝只能用于横向缩缝。

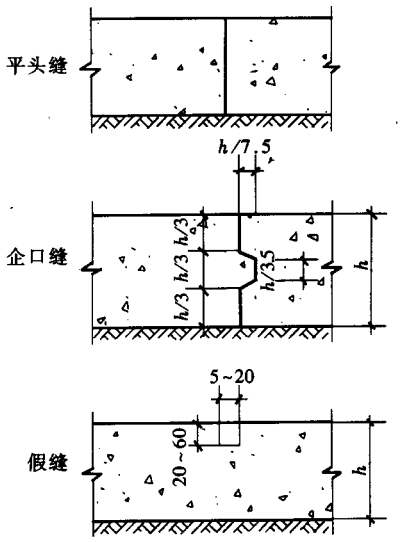


图 6-1-3-1　混凝土垫层缩缝构造示意

2. 变形缝

地面变形缝的位置应与建筑物的变形缝一致。同时在地面荷载差异较大和受局部冲击荷载的部分亦应设变形缝。变形缝应贯穿地面各构造层次，并用嵌缝材料填充（图 6-1-3-2）。

3. 交界缝

两种不同材料的地面，由于强度不同，接缝处易遭受破坏，此时应根据不同情况采取措施。图 6-1-3-3 为不同交接缝的构造示例。

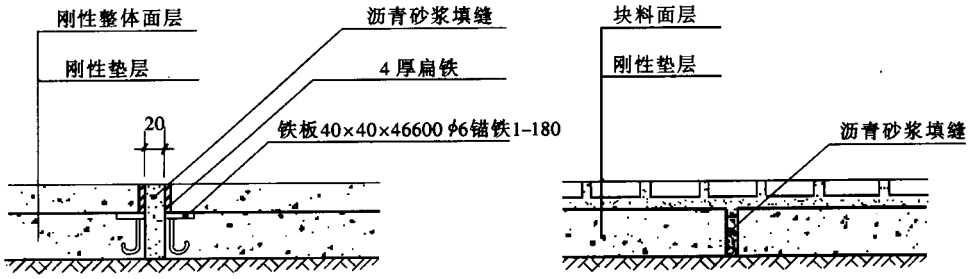


图 6-1-3-2　地面变形缝构造

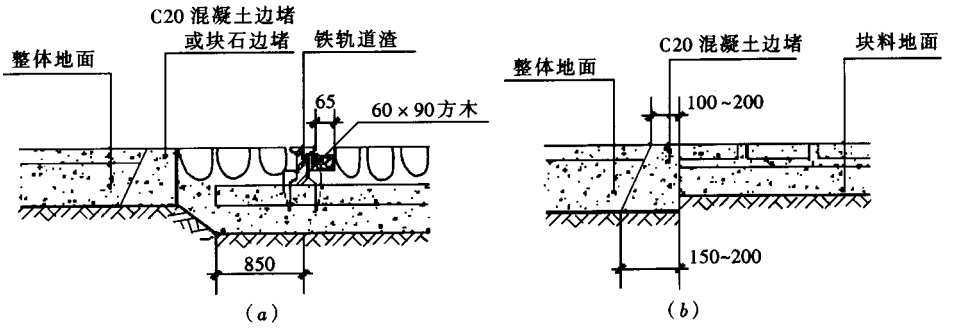


图 6-1-3-3　不同地面接缝处理

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

1.3.3　垫层的设置与选择

垫层是承受并传递地面荷载至地基的构造层次，可分为刚性和柔性两类。刚性垫层整体性好、不透水、强度大，适用于荷载大且要求变形小的地面；柔性垫层在荷载作用下产生一定的塑性变形，造价较低，适用于承受冲击和强振动作用的地面。

垫层的厚度主要由作用在地面上的荷载确定，地基的承载能力对它也有一定的影响，对于较大荷载需经计算确定。地面垫层的最小厚度应满足表6-1-3-2的规定。

垫层最小厚度　　表6-1-3-2

垫层名称	材料强度等级或配合比	厚度（mm）
混凝土	≥C10	60
四合土	1:1:6:12（水泥:石灰膏:砂:碎砖）	80
三合土	1:3:6（熟化石灰:砂:碎砖）	100
灰　土	3:7或2:8（熟化石灰：粘性土）	100
砂、炉渣、碎（卵）石		60
矿　渣		80

1.3.4　厂房地面对地基的要求

地面应铺设在均匀密实的地基上。当地基土层不够密实时，应用夯实、掺骨料、铺设灰土层等措施加强。地面垫层下的填土应选用砂土、粉土、粘性土及其他有效填料，不得使用过湿土、淤泥、腐植土、冻土、膨胀土及有机物含量大于8%的土。

第 2 章　单层工业建筑天窗构造

天窗在单层厂房中应用非常广泛，主要用作厂房的采光和通风。本书第 4 篇第 7 章中已经介绍过常见的天窗的形式及一般构造，鉴于天窗在单层工业厂房中的重要性，本章将就单层厂房中有关天窗部分的构造作进一步较为详尽的介绍。

2.1　矩　形　天　窗

矩形天窗（图 6-2-1-1）具有中等的照度，光线均匀，防雨较好，窗扇可开启以兼作通风，故在冷加工车间广泛应用。缺点是构件类型多，自重大，造价高。

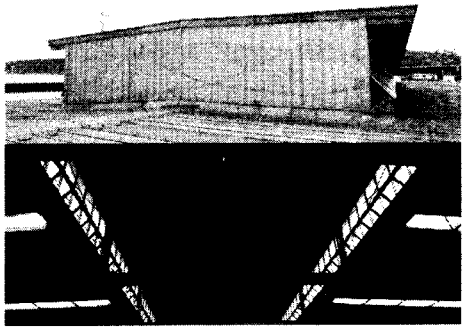


图 6-2-1-1　矩形天窗内观、外景

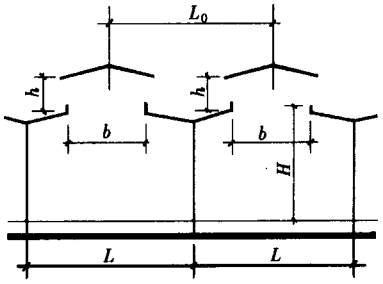


图 6-2-1-2　矩形天窗的几何尺

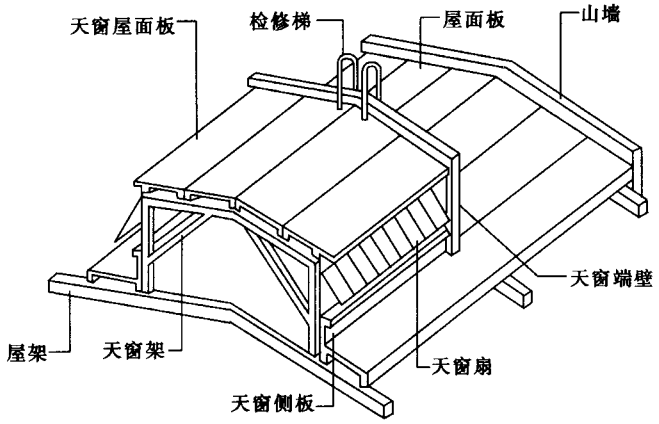


图 6-2-1-3　矩形天窗组成

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

为了获得良好的采光效率，矩形天窗的宽度 b 宜等于厂房跨度 L 的 1/3～1/2，天窗高宽比 h/b 为 0.3 左右，相邻两天窗的轴线间距 L_0 不宜大于工作面至天窗下缘高度 H 的四倍（图 6-2-1-2）。

矩形天窗主要由天窗架、天窗扇、天窗屋面板、侧板及端壁等构件组成（图 6-2-1-3）。

2.1.1 天　窗　架

天窗架是天窗的承重构件，支承在屋架上弦上，常用钢筋混凝土或型钢制作。钢筋混凝土天窗架与钢筋混凝土屋架配合使用，一般为 Π 形或 W 形，也可做成双 Y 形（图 6-2-1-4a）。常用的 Π 形和 W 形钢筋混凝土天窗架的尺寸见表 6-2-1-1。

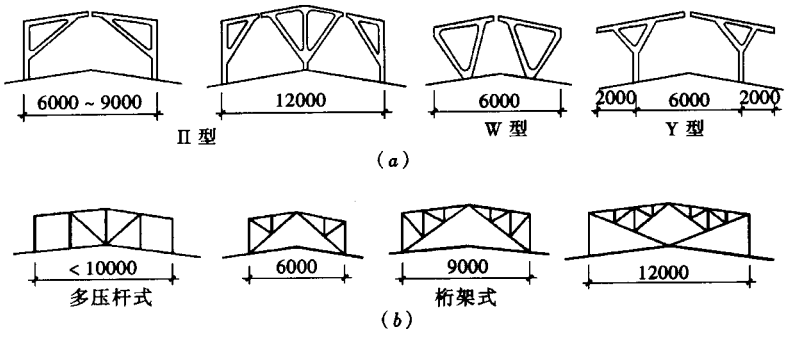


图 6-2-1-4　天窗架形式示例

（a）钢筋混凝土天窗架；（b）钢天窗架

常用钢筋混凝土天窗架的尺寸（mm）　　**表 6-2-1-1**

天窗架形式	Π 形							W 形	
天窗架跨度（标志尺寸）	6000				9000			6000	
天窗扇高度	1200	1500	2×900	2×1200	2×900	2×1200	2×1500	1200	1500
天窗架高度	2070	2370	2670	3270	2670	3270	3870	1950	2250

钢天窗架重量轻、制作及吊装方便，除用于钢屋架外，也可用于钢筋混凝土屋架。钢天窗架常用的形式有桁架式和多压杆式两种（图 6-2-1-4b）。

2.1.2 天　窗　扇

天窗扇的主要作用是采光、通风和挡雨。常用木材、钢材及塑料制作，其中钢天窗扇应用最广。它的开启方式有两种：上悬式和中悬式。前者防雨性能较好，但开启角度不能大于 45°，故通风较差；后者开启角度可达 60°～80°，故通风流畅，但防雨性能欠佳。

1. 上悬式钢天窗扇

我国 J815 定型上悬钢天窗扇的高度有三种：900；1200；1500mm。根据需要，可组合成见表 6-2-1-1 所列出的各种高度。上悬钢天窗扇可采用通长布置和分段布置两种。

(1) 通长天窗扇（图 6-2-1-5*a*），它由两个端部固定窗扇和若干个中间开启窗扇连接而成，其组合长度应根据矩形天窗的长度和选用天窗扇开关器的启动能力来确定。

(2) 分段天窗扇（图 6-2-1-5*b*），它是在每个柱距内分别设置天窗扇，其特点是开启及关闭灵活，但窗扇用钢量较多。

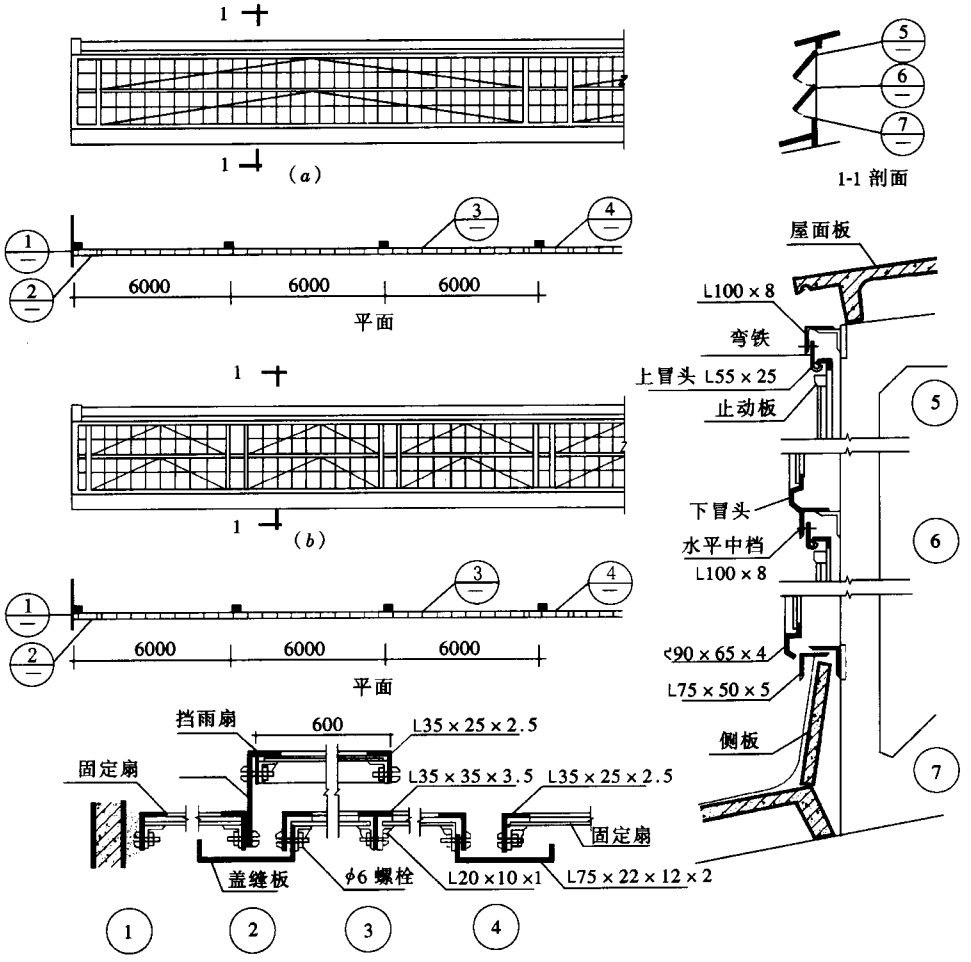


图 6-2-1-5　上悬钢天窗扇构造示例

(*a*) 通长天窗扇立面；(*b*) 分段天窗扇立面

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

2. 中悬式钢天窗扇

中悬钢天窗扇因受天窗架的阻挡只能分段设置，一个柱距内仅设一樘窗扇。我国定型产品的中悬钢天窗扇高度有三种：900、1200 和 1500mm，可按需要组合。窗扇的上冒头、下冒头及边梃均为角钢，窗芯为T型钢，窗扇转轴固定在两侧的竖框上。

2.1.3 天 窗 端 壁

天窗两端的承重围护构件称为天窗端壁（图 6-2-1-6）。通常采用预制钢筋混凝

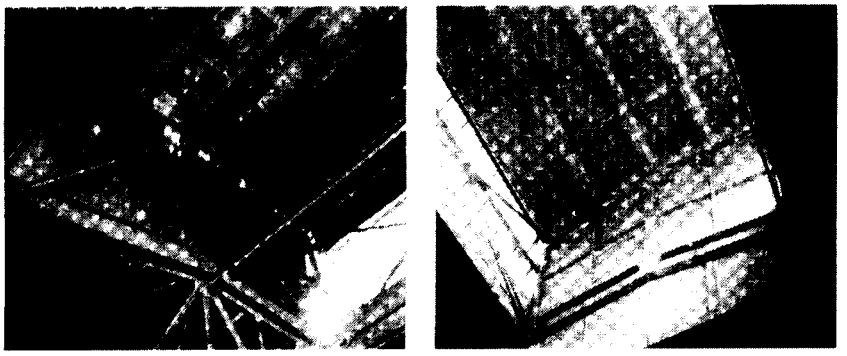


图 6-2-1-6　天窗端壁

土端壁板或钢天窗架石棉水泥瓦端壁（图 6-2-1-7）。前者用于钢筋混凝土屋架；后者多用于钢屋架。为了节省材料，钢筋混凝土天窗端壁常作成肋形板代替天窗架，支承天窗屋面板。端壁板及天窗架与屋架上弦的连接均通过预埋铁件焊接。

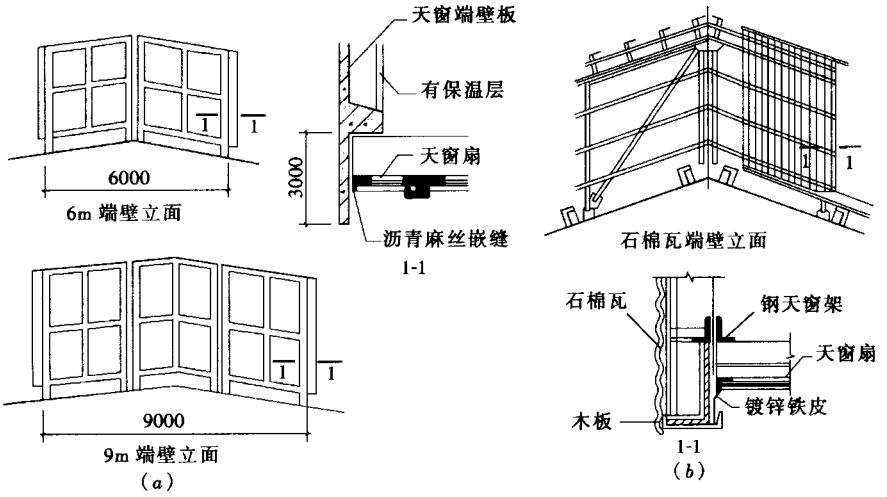


图 6-2-1-7　天窗端壁构造示意

（a）钢筋混凝土端壁；（b）石棉水泥瓦端壁

2.1.4　天窗屋顶和檐口

天窗的屋顶构造一般与厂房屋顶构造相同。当采用钢筋混凝土天窗架，无檩体系大型屋面板时，其檐口构造有两类：①带挑檐的屋面板：无组织排水的挑檐出挑长度一般为 500mm（图 6-2-1-8*a*）。②设檐沟板：有组织排水可采用带檐沟屋面板（图 6-2-1-8*b*），或者在天窗架端部预埋铁件焊接钢牛腿，支承天沟（图 6-2-1-8*c*）。

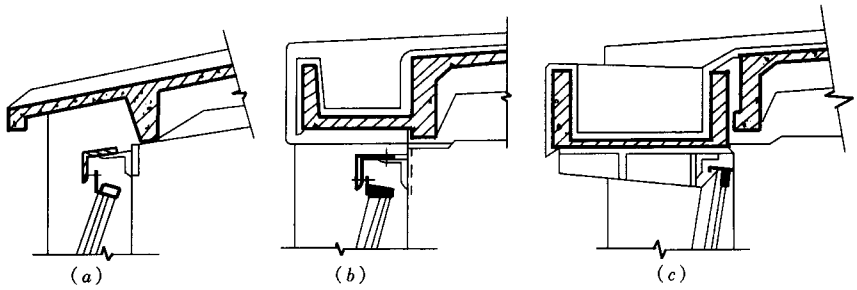


图 6-2-1-8　钢筋混凝土天窗檐口

（*a*）挑檐板；（*b*）带檐沟屋面板；（*c*）牛腿支承屋面板

2.1.5　天　窗　侧　板

在天窗扇下部需设置天窗侧板，侧板的作用是防止雨水溅入车间及防止因屋面积雪挡住天窗扇。从屋面至侧板上缘的距离一般为 300mm，积雪较深的地区，可采用 500mm。侧板的形式应与屋面板构造相适应。当屋面为无檩体系时，侧板可采用钢筋混凝土槽型板（图 6-2-1-9*a*）或钢筋混凝土小板（图 6-2-1-9*b*）。当屋面为有檩体系时，侧板常采用石棉瓦、压型钢板等轻质材料，如图 6-2-1-10 所示。

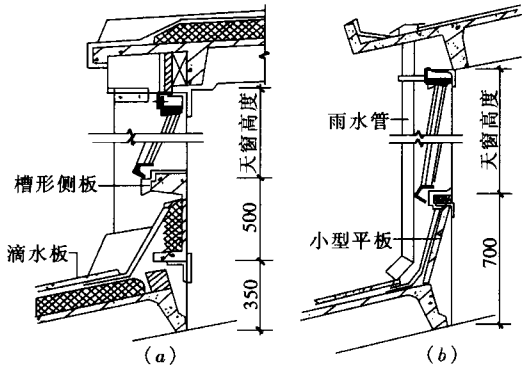


图 6-2-1-9　钢筋混凝土侧板

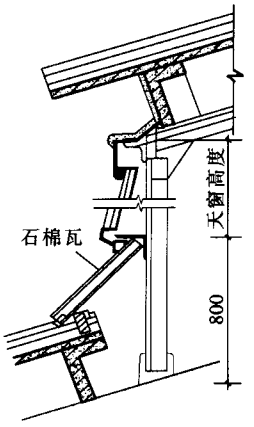


图 6-2-1-10　钢天窗架轻质侧板

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

2.2 平　天　窗

平天窗采光效率高，且布置灵活、构造简单、适应性强。但应注意避免眩光，做好玻璃的安全防护，及时清理积尘，选用合适的通风措施。它适用于一般冷加工车间。

2.2.1 平天窗类型

平天窗的类型有采光罩、采光板、采光带等三种（图 6-2-2-1）。

（1）采光罩是在屋面板的孔洞上设置锥形、弧形透光材料，图 6-2-2-2（*a*）所示为弧形采光罩。

（2）采光板是在屋面板的孔洞上设置平板透光材料，如图 6-2-2-2（*b*）所示。

（3）采光带是在屋面的通长（横向或纵向）孔洞上设置平板透光材料（图 6-2-2-2*c*）。

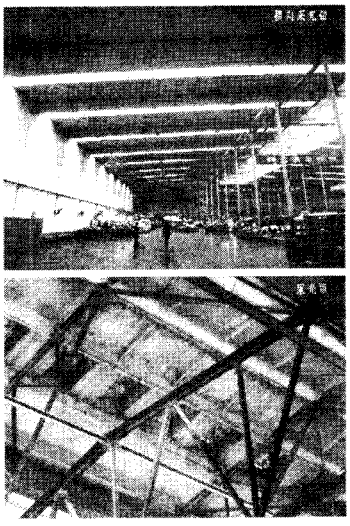


图 6-2-2-1　采光带和采光罩

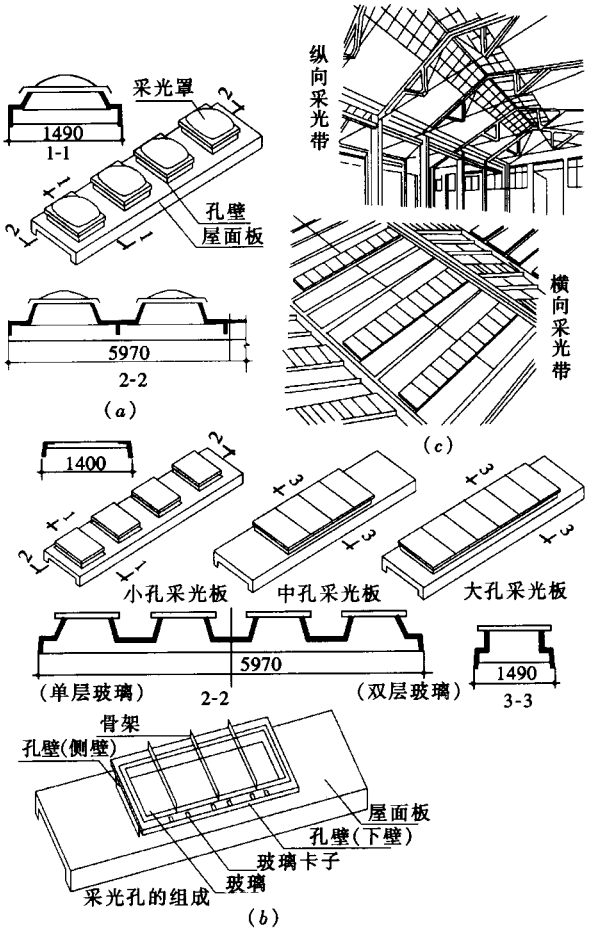


图 6-2-2-2　平天窗的各种形式

（*a*）采光罩；（*b*）采光板的形式和组成；（*c*）采光带

2.2.2　平天窗的构造

平天窗类型虽然很多，但其构造要点是基本相同的，即井壁、横档、透光材料的选择及搭接、防眩光、安全保护、通风措施等。图 6-2-2-3 所示为平天窗（采光板）的构造组成。

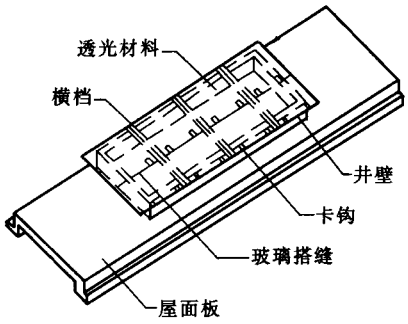


图 6-2-2-3　平天窗（采光板）的构造组成

1. 井壁构造

平天窗采光口的边框称为井壁。它主要采用钢筋混凝土制作，可整体浇注也可预制装配。井壁高度一般为 150～250mm，且应大于积雪深度。图 6-2-2-4(*a*)、(*b*)分别为整浇井壁和预制井壁的构造示例。

2. 玻璃搭接构造

平天窗的透光材料主要采用玻璃。当采用两块或两块以上玻璃时，玻璃搭接需要满足防水要求（图 6-2-2-5）。

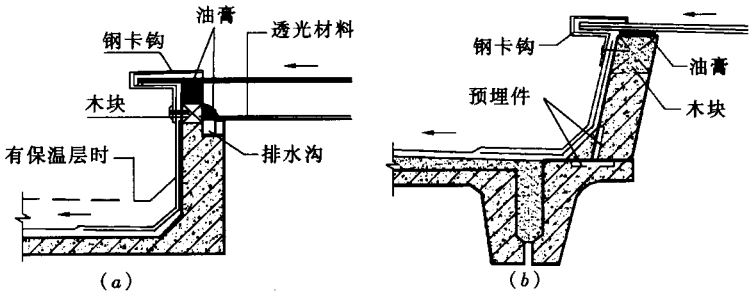


图 6-2-2-4　钢筋混凝土井壁构造

(*a*) 整浇井壁（有保温要求）；(*b*) 预制井壁（无保温要求）

3. 透光材料及安全措施

透光材料可采用安全玻璃、有机玻璃和玻璃钢等。由于玻璃的透光率高，光线质量好，所以采用玻璃最多。从安全性能看，可考虑选择钢化玻璃、夹层玻

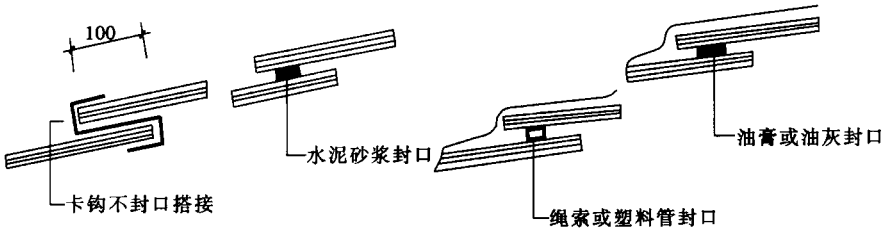


图 6-2-2-5　上下玻璃搭接构造

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

璃、夹丝玻璃等。从热工性能方面来看，可考虑选择吸热玻璃、反射玻璃、中空玻璃等。如果采用非安全玻璃应在其下设金属安全网。若采用普通平板玻璃，应避免直射阳光产生眩光及辐射热，可在平板玻璃下方设遮阳格片。

4. 通风措施

平天窗的作用主要是采光，若需兼作自然通风时，有以下几种方式：采光板或采光罩的窗扇做成能开启和关闭的形式(图 6-2-2-6*a*)；带通风百页的采光罩(图 6-2-2-6*b*)；组合式通风采光罩，它是在两个采光罩之间设挡风板，两个采光罩之间的垂直口是开敞的，并设有挡雨板，既可通风，又可防雨(图 6-2-2-6*c*)；在南方炎热地区，可采用平天窗结合通风屋脊进行通风的方式(图 6-2-2-6*d*)。

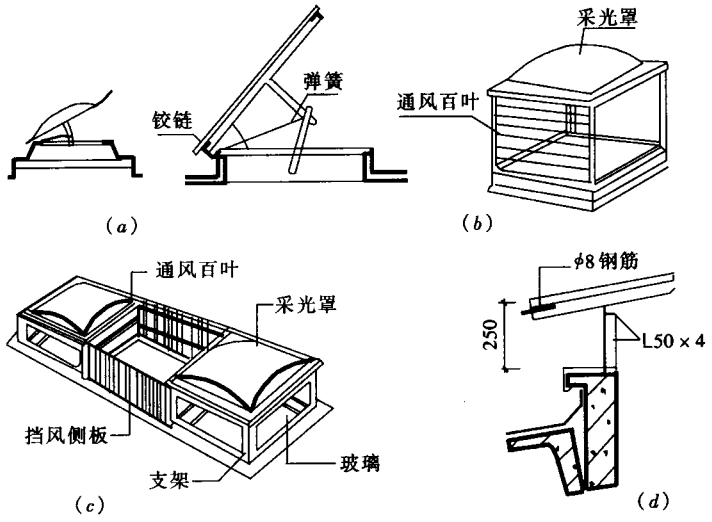


图 6-2-2-6　平天窗架的通风构造

2.3　矩形通风天窗

用做通风的矩形天窗，为使天窗能稳定的排风，应在天窗口外加设挡风板。除寒冷地区采暖的车间外，其窗口开敞，不装设窗扇，为了防止飘雨，须设置挡雨设施。



图 6-2-3-1　矩形通风天窗

矩形通风天窗(图 6-2-3-1)由矩形天窗及其两侧的挡风板所构成。

2.3.1　挡风板的形式及构造

挡风板由面板和支架两部分组成。

面板材料常采用石棉水泥瓦、玻璃钢瓦、压型钢板等轻质材料，可做成垂直的、倾斜的、折线形和曲线形等几种形式（图 6-2-3-2）。向外倾斜的挡风板通风性能最好。折线形和曲线形挡风板的通风性能介于外倾与垂直挡风板之间。内倾挡风板通风性能较差，但有利于挡雨。

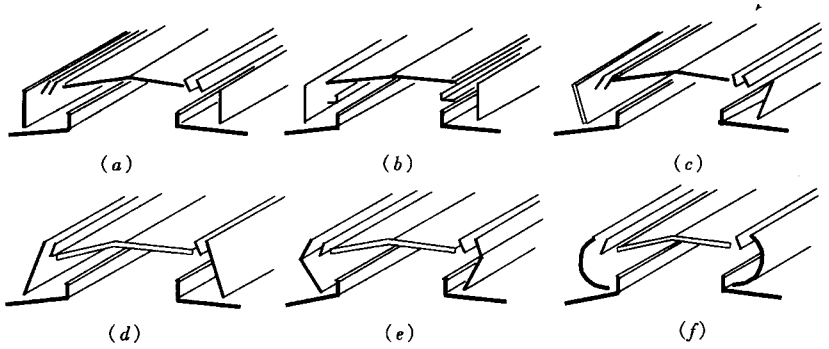


图 6-2-3-2　挡风板形式示意图
（a）垂直挡风板水平口挡雨；（b）垂直挡风板垂直口挡雨；（c）外侧挡风板；
（d）外侧挡风板；（e）折线形挡风板；（f）曲线形挡风板

支架的材料主要采用型钢及钢筋混凝土。其构造形式可参照本书第 4 篇第 7 章中图 4-7-6-14。其中：

1. 立柱式

当屋面为无檩体系时，采用立柱式。立柱支承在屋面板纵肋处的柱墩上，并用支撑与天窗架连接，挡风板与天窗架的距离会受到屋面板布置的限制。当屋面为有檩体系时，立柱可支承在檩条上，但该构造处理复杂，很少采用。

2. 悬挑式

挡风板支架固定在天窗架上，屋面不承受挡风板的荷载，因此挡风板与天窗之间的距离不受屋面板的限制，布置灵活，但悬挑式挡风板增加了天窗架的荷载，且对抗震不利。

2.3.2　挡　雨　设　施

1. 挡雨方式及挡雨片的布置

天窗的挡雨方式可分为水平口、垂直口设挡雨片以及大挑檐挡雨三种(图 6-2-3-3)。

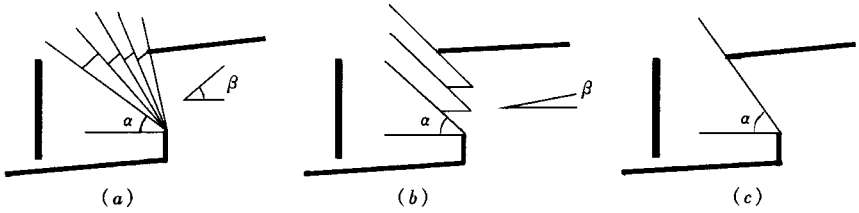


图 6-2-3-3　天窗挡雨方式示意图
α—挡雨角；β—挡雨片与水平夹角
（a）水平口设挡雨片；（b）垂直口设挡雨片；（c）大挑檐挡雨

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

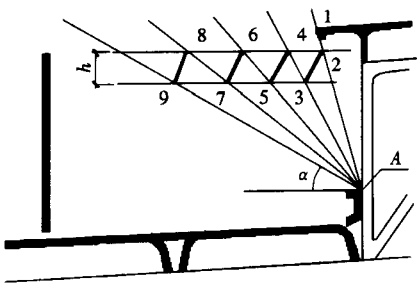


图 6-2-3-4　水平口挡雨片的作图法

挡雨片的间距和数量，可用作图法求出。图 6-2-3-4 为水平口挡雨片的作图法：先定出挡雨片的宽度与水平夹角，画出高度范围 h，然后以天窗口下缘“A”点为作图基点，按图中的 1、2、3……各点作图，顺序求出挡雨片的间距，直至等于或略小于挡雨角为止，即可定出挡雨片应采用的数量。

挡雨角 α 的大小，应根据当地的飘雨角及生产工艺对防雨的要求确定。有挡风板的天窗，挡雨角可增加约 10°，一般按 35°～45°选用；风雨较大地区按

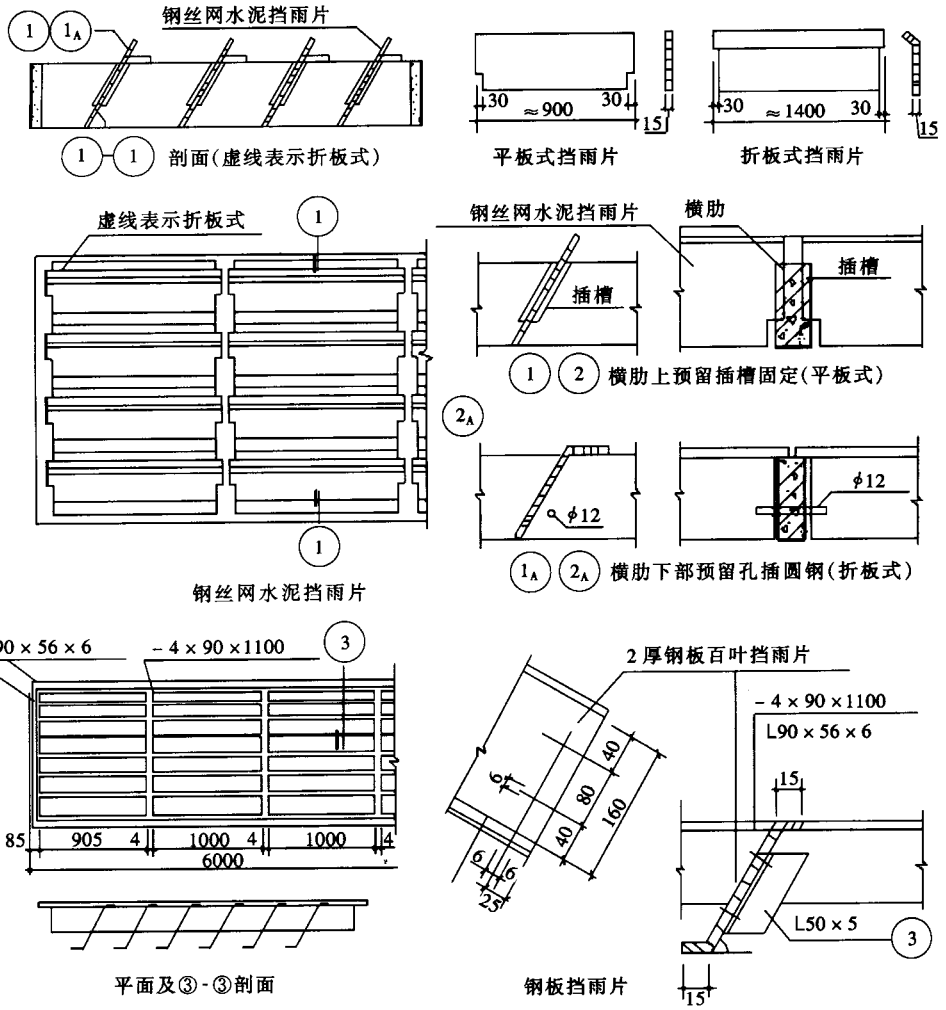


图 6-2-3-5　钢丝网水泥板及钢板挡雨片

30°～35°选用；生产上对防雨要求较高的车间及台风暴雨地区，α 可酌情减小或使排风区完全处于遮挡区内。

2. 挡雨片构造

挡雨片所采用的材料有石棉瓦、钢丝网水泥板、钢筋混凝土板、薄钢板、瓦楞铁等。当天窗有采光要求时，可改用铅丝玻璃、钢化玻璃、玻璃钢波形瓦等透光材料。其构造作法可参照图 6-2-3-5 所示。

2.4　下沉式天窗

下沉式天窗是在拟设置天窗的部位，把屋面板下移铺在屋架的下弦上，从而利用屋架上下弦之间的空间构成天窗。与矩形通风天窗相比，省去了天窗架和挡风板，降低了高度、减轻了荷载，但增加了构造和施工的复杂程度。

根据其下沉部位的不同，可分为纵向下沉、横向下沉和井式下沉三种类型。其中井式天窗的构造最为复杂，最具有代表性，主要以它为例介绍下沉式天窗的构造做法。

2.4.1　井式天窗构造

井式天窗是将屋面拟设天窗位置的屋面板下沉铺在屋架下弦上，形成一个个凹嵌在屋架空间内的井状天窗（图 6-2-4-1）。它具有布置灵活、排风路径短捷、通风性能好、采光均匀等特点。在热加工车间中广泛采用，一些局部热源的冷加

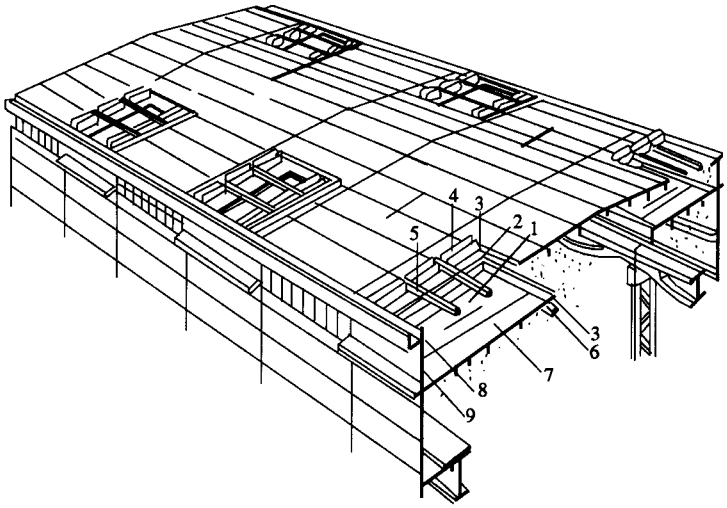


图 6-2-4-1　井式天窗示意图

1—水平口；2—垂直口；3—泛水口；4—挡雨片；5—空格板；6—檩条；7—井底板；8—天沟；9—挡风侧墙

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

工车间也有应用。

1. 布置形式

井式天窗的基本布置形式可分为：一侧布置、两侧对称布置、两侧错开布置和跨中布置等几种（图 6-2-4-2）。前三种称为边井式天窗，后一种称为中井式天窗。由基本布置又可排列组合成各种连跨布置形式（图 6-2-4-3）。

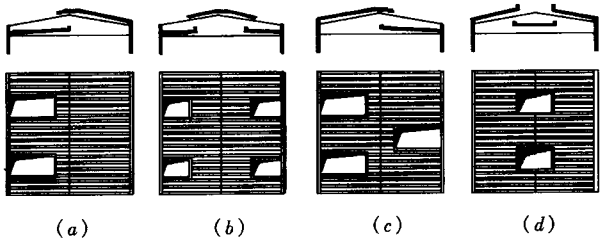


图 6-2-4-2　井式天窗基本布置形式

(a)一侧布置；(b)两侧对称布置；(c)两侧错开布置；(d)跨中布置

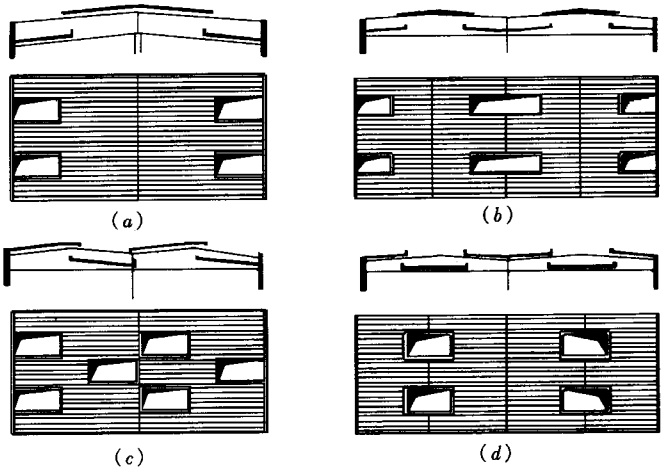


图 6-2-4-3　井式天窗组合布置示意图

(a) 一侧连跨布置；(b) 两侧对称连跨布置；

(c) 两侧错开连跨布置；(d) 跨中连跨布置

2. 井底板

井底板的布置有横向布置和纵向布置两种。

(1) 横向布置（图 6-2-4-4）：井底板平行于屋架。它的一端支承在天沟板上，另一端支承在檩条上（边井式）；或两端均支承在檩条上（中井式）。檩条均支承在屋架的下弦节点上。井式天窗垂直口高度受屋架结构高度的限制，为了增大垂直口的面积可采用下卧式檩条、槽形檩条或 L 形檩条（图 6-2-4-5），以降低板的标高，增大净空高度。

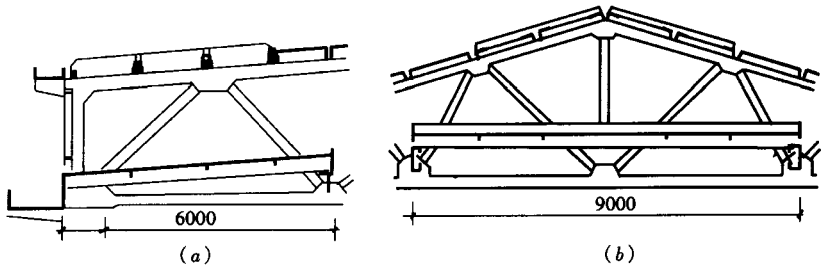


图 6-2-4-4　井底板横向布置

(a) 井底板搁在天沟及檩条上；(b) 井底板搁在檩条上

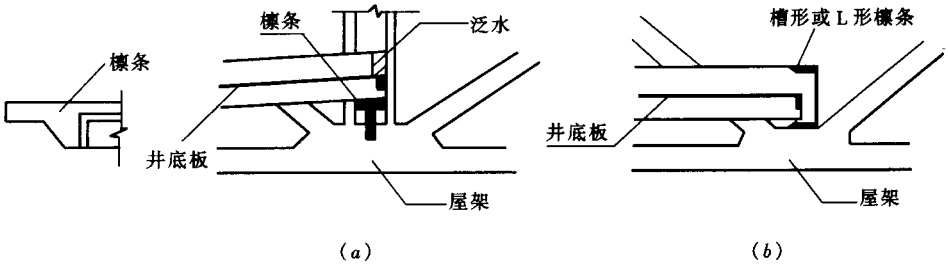


图 6-2-4-5　提高垂直口净高的檩条断面尺寸

(a) 下卧式檩条；(b) 槽形或 L 形檩条

(2) 纵向布置（图 6-2-4-6）：井底板垂直于屋架。它的两端支承在屋架的下

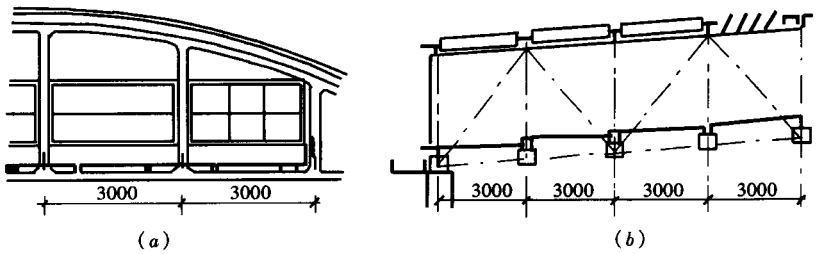


图 6-2-4-6　井底板纵向布置

(a) 竖腹杆屋架、用卡口板或出肋板；(b) 搁在下弦节点块座上

弦上。为了方便搁置，井底板应做成卡口板或出肋板（图 6-2-4-7）。也可采用 F 形断面板，由 F 板的纵肋支承在屋架下弦节点上。

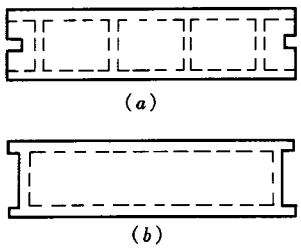


图 6-2-4-7　井底板纵向布置的两种形式

(a) 卡口板；(b) 出肋板

3. 井口板及挡雨设施

井式天窗主要起通风作用，不采暖的厂房井口不设窗扇而作成开敞式，但应做挡雨设施。井口板是开口上的铺板，它是挡雨设施的组成部分，其构造形式有以下三种：①井口作挑檐（图 6-2-4-8）；②井口设挡雨片（图 6-2-4-9）；③垂直口设挡雨片（图 6-2-4-10）。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

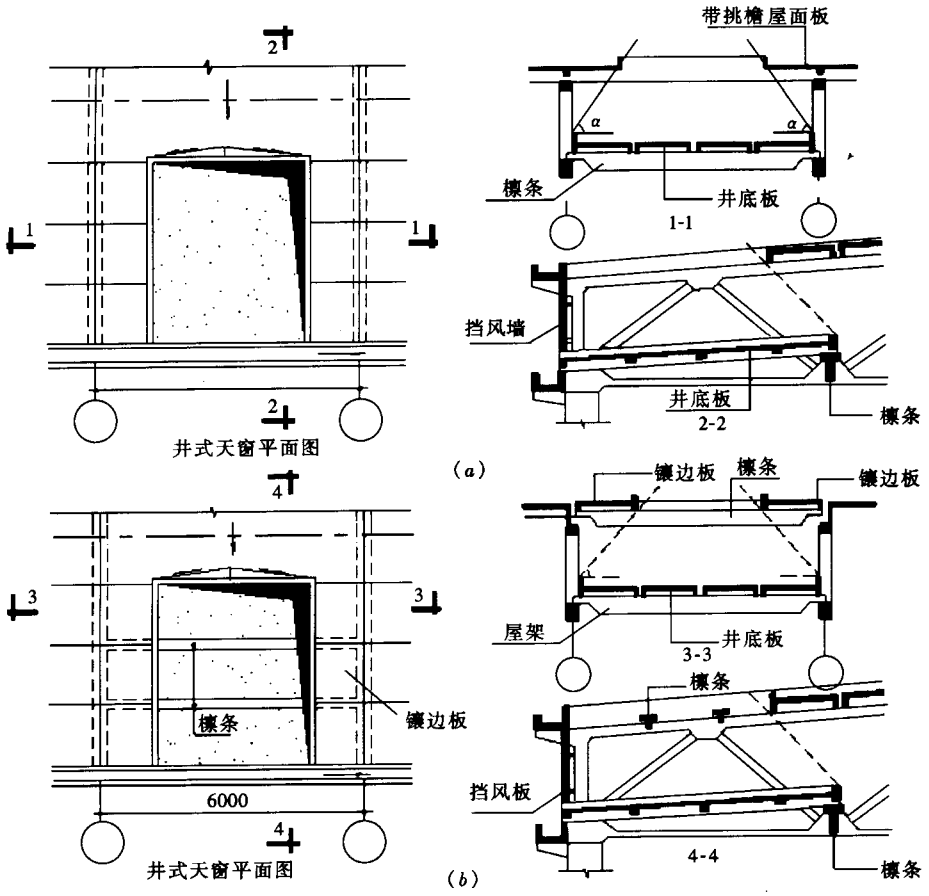


图 6-2-4-8　井口挑檐构造示意

（a）带挑檐屋面板；（b）增设镶边板

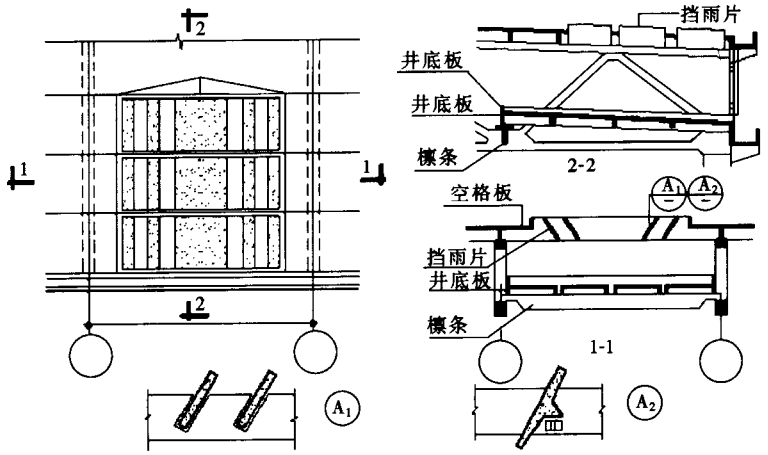


图 6-2-4-9　水平口设挡雨片构造示意

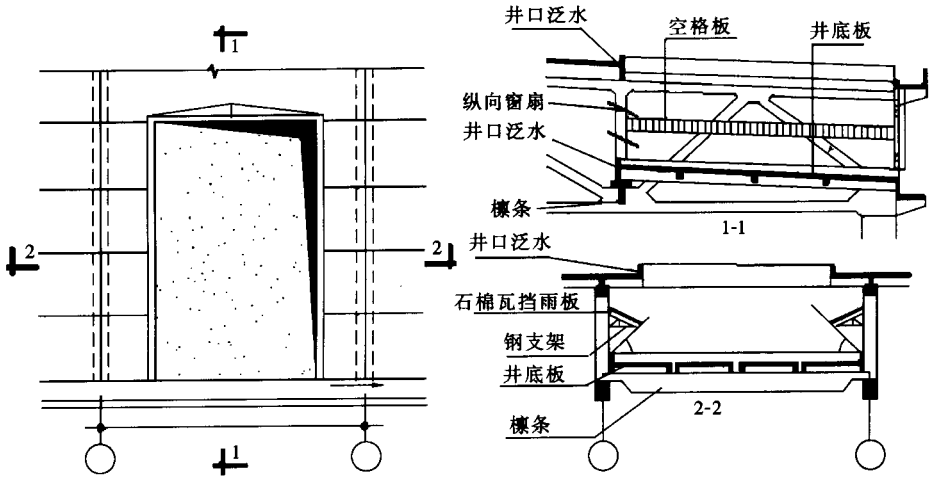


图 6-2-4-10　垂直口设挡雨片构造示意图

4. 窗扇设置

有采暖要求的厂房，需在井口处设窗扇，可在垂直口设窗扇或水平口设窗扇。

5. 排水措施

井式天窗因屋架上下弦分别铺有屋面板，排水处理较复杂，排水方式有边井外排水（图 6-2-4-11）和连跨内排水（图 6-2-4-12）两大类。

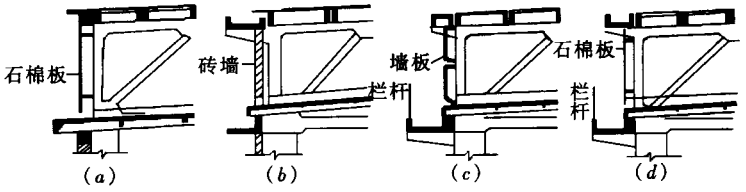


图 6-2-4-11　边井外排水示意图

（a）无组织排水；（b）上层通长天沟；（c）下层通长天沟；（d）双层天沟

6. 屋架选择

屋架形式影响井式天窗的布置和构造（图 6-2-4-13）。梯形屋架适用于跨边布置井式天窗。拱形或折线形屋架因端部较低，只适于跨中布置井式天窗。屋架下弦要搁置井底檩条或井底板，宜采用双竖杆屋架、无竖杆屋架或全竖杆屋架。

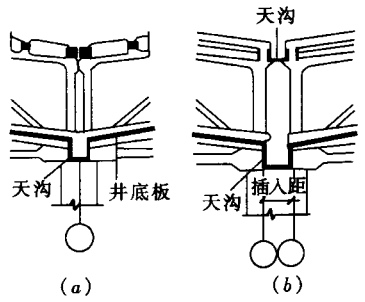


图 6-2-4-12　连跨内排水示意图

（a）下层通长天沟；

（b）上、下通长天沟

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

类型	双竖杆屋架	无竖杆屋架	全竖杆屋架
平行弦			
梯形			
拱形			
折线形			
三角形			

图 6-2-4-13　用于井式天窗的屋架形式

2.4.2　纵向下沉式天窗概述

纵向下沉式天窗（图 6-2-4-14）是将下沉的屋面板沿厂房纵轴方向通长地搁置在屋架下弦上。根据其下沉位置的不同分为：

两侧下沉、中间下沉和中间双下沉三种形式。两侧下沉的天窗通风采光效果均较好，中间下沉的天窗采光、通风均不如两侧下沉的天窗，较少采用；中间双下沉的天窗采光、通风效果好，适用面大。

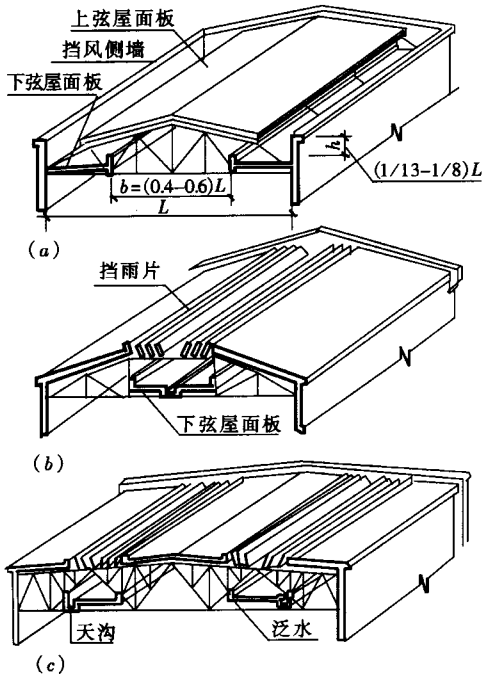


图 6-2-4-14　纵向下沉式天窗示意图

（a）两侧下沉；（b）中间单下沉；（c）中间双下沉

2.4.3　横向下沉式天窗概述

横向下沉式天窗（图 6-2-4-15）是将相邻柱距的整跨屋面板一上一下交替布置在屋架的上、下弦，利用屋架高度形成横向的天窗。横向下沉式天窗可根据采光要求及热源布置情况灵活布置。特别是当厂房的跨间为东西向时，横向天窗为南北向，可避免东西晒。

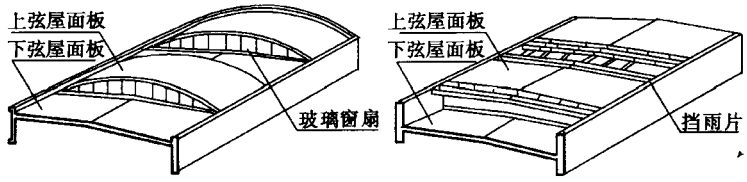


图 6-2-4-15　横向下沉式天窗示意图

(a) 带玻璃窗扇；(b) 带挡雨片的开敞式

2.5　锯齿形天窗及其他天窗

2.5.1　锯 齿 形 天 窗

锯齿形天窗(图 6-2-5-1)是将厂房屋盖做成锯齿形，在其垂直面(或稍倾斜)设置采光、通风口。它具有采光效率高，光线稳定等特点，但应注意其采光方向性强，车间内的机械设备宜与天窗垂直布置。锯齿形天窗多用于要求光线稳定和需要调节温、湿度的厂房(如纺织、精密机械等类型的单层厂房)。



图 6-2-5-1　锯齿形天窗外观

为了保证采光均匀，锯齿形天窗的轴线间距不宜超过工作面至天窗下缘高度的 2 倍。因此，在跨度较大的厂房中设锯齿形天窗时，宜在屋架上设多排天窗(图 6-2-5-2)。

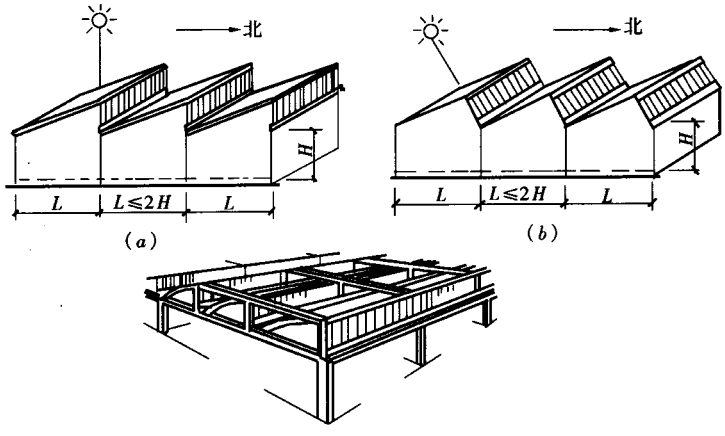


图 6-2-5-2　锯齿形天窗示意图

(a) 垂直玻璃面；(b) 倾斜玻璃面；(c) 一跨内设多排锯齿形天窗

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

锯齿形天窗的构成与屋盖结构有密切的关系，种类较多，以下介绍常见的两种。

1. 纵向双梁及横向三角架承重的锯齿形天窗

它是两根搁置在T形柱上的纵向大梁、天沟板、三角架、屋面板和天窗扇及天窗侧板所组成。大梁和天沟板构成通风道，图6-2-5-3所示为其构造示例。

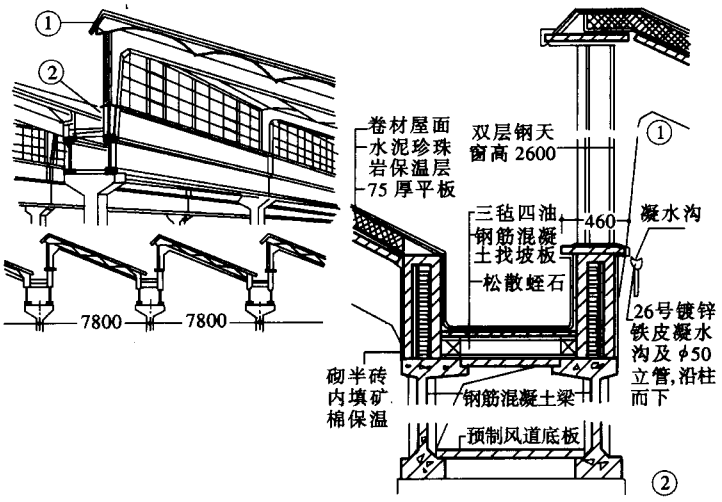


图6-2-5-3　纵向双梁及横向三脚架承重的锯齿形天窗构造示意图

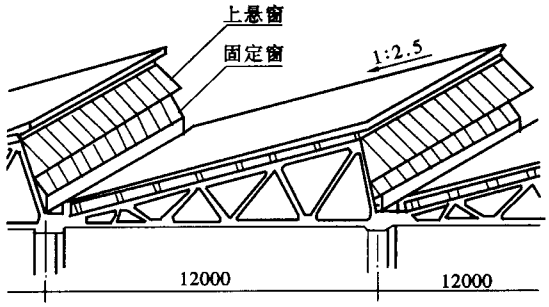


图6-2-5-4　三角形屋架的锯齿形天窗示意图

当横向跨度较大和不需要设通风道的厂房，可直接由三角形屋架支承屋面板组成锯齿形天窗（图6-2-5-4，图6-2-5-5）。

2. 纵向双梁及纵向天窗框承重的锯齿形天窗（图6-2-5-6）

它也是由两根纵向大梁及天沟板组成通风道，但取消了横向三脚架，屋面板上端直接搁置在钢筋混凝土天窗框上，下端搁置在另一大梁上。与上一种相比，简化了构件类型和施工工序。图6-2-5-7为其构造示例。也可采用箱形梁替代两



图 6-2-5-5　横向木屋架锯齿形天窗内景



图 6-2-5-6　纵向天窗框承重的锯齿形天窗内景

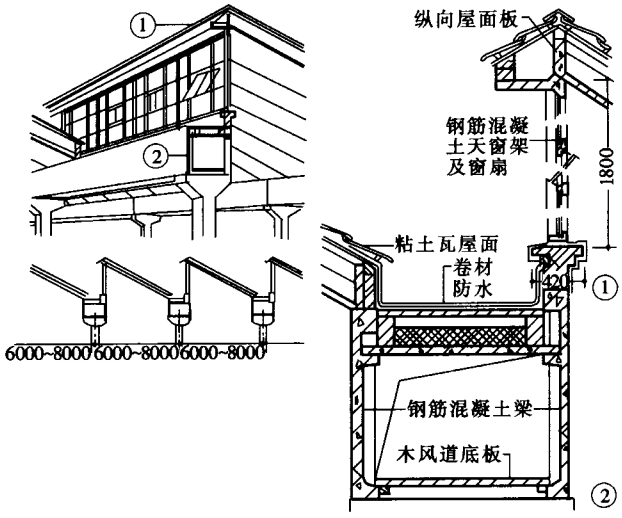


图 6-2-5-7　纵向双梁及纵向天窗框承重的锯齿形天窗构造示意图

根纵向大梁（图 6-2-5-8），它既是承重构件，又是通风道，构件的类型进一步减少，但由于箱形梁构件较大，需用大型吊装设备。

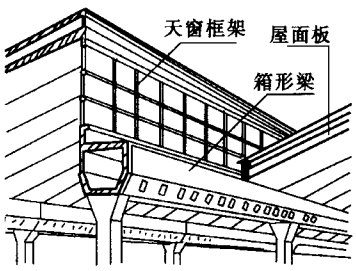


图 6-2-5-8　纵向箱型梁及纵向天窗框承重的锯齿形天窗构造示意

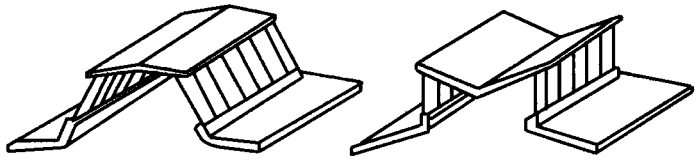
2.5.2　其他天窗形式

1. 梯形天窗与 M 形天窗

梯形天窗和 M 形天窗的构造与矩形天窗构造类似，外形有所不同，因而在采光、通风性能方面有所区别。梯形天窗（图 6-2-5-9*a*）的两侧采光面与水平面倾斜，一般成 60°角。它的采光效率比矩形天窗高 60%，但均匀性

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

较差，并有大量直射阳光，防雨性能也较差，国外常有采用，国内应用较少。M形天窗（图6-2-5-9*b*）是将矩形天窗的顶盖向内倾斜而成。倾斜的顶盖便于疏导气流及增强光线反射，故其通风、采光效率比矩形天窗高，但排水处理较复杂。



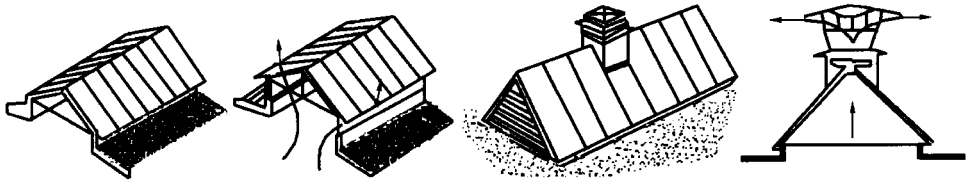
（*a*）　　（*b*）

图6-2-5-9　梯形天窗、M形天窗示意图

（*a*）梯形天窗；（*b*）M形天窗

2. 三角形天窗

三角形天窗（图6-2-5-10）与采光带类似，但三角形天窗的玻璃顶盖呈三角形，通常与水平面成30°～45°角，宽度较宽（一般为3～6m），须设置天窗架，常采用钢天窗架。三角形天窗同样具有采光效率高的特点，但其照度的均匀性比平天窗差，构造也复杂一些。



（*a*）　（*b*）　（*c*）　（*d*）

图6-2-5-10　用于三角形天窗的屋架形式

（*a*）单纯采光的；（*b*）天窗檐口下带通风口的；（*c*）端部设通风百页及顶部设通风塔；（*d*）顶部设有通风机的风帽

3. 通风屋脊

通风屋脊是在屋脊处留出一条狭长的喉口，然后将此处的脊瓦或屋面板架空，形成脊状的通风口。喉口宽度小时，可用砖墩或混凝土墩子架空（图6-2-5-11*a*）；喉口宽度大时，可用简单的钢筋混凝土或钢支架支承（图6-2-5-11*b*）。在两侧通风口处需设挡雨片挡雨；也可设置挡风板，使排风较为稳定。通风屋脊的构造简单、省工省料，缺点是易飘雨、飘灰，主要用于通风要求不高的冷加工车间。

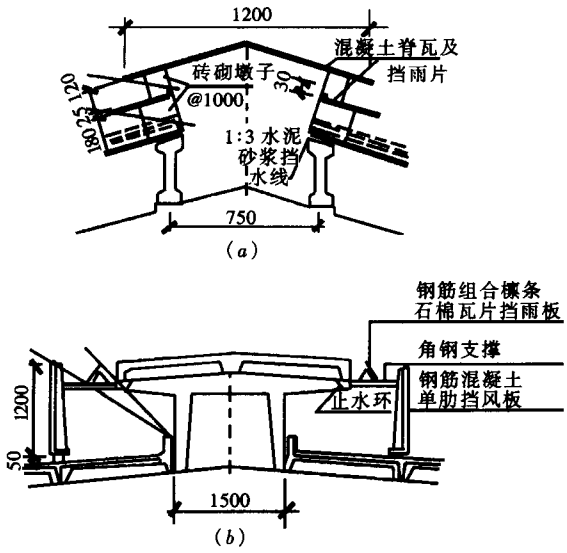


图 6-2-5-11　通风屋脊构造示意图

(a)采用脊瓦及挡雨片的通风屋脊;(b)带挡风板的通风屋脊

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第3章　钢结构厂房构造

随着我国建筑业的不断发展，钢结构厂房以其建设速度快、适应条件广泛等特点，建造的数量越来越多，其特有的构造形式也越来越受到普遍关注。

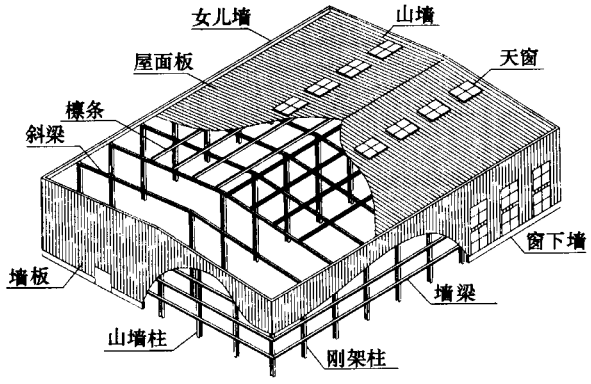


图 6-3-0-1　钢结构厂房构件组成

钢结构厂房按其承重结构的类型可分为普通钢结构厂房和轻型钢结构厂房两种，在构造组成上与钢筋混凝土结构厂房大同小异。其主要差别为，钢结构厂房因使用压型钢板外墙板和屋面板，在构造上增设了墙梁和屋面檩条等构件，从而产生了相应的变化。其构件组成见图 6-3-0-1。

3.1　压型钢板外墙

3.1.1　外墙材料

压型钢板按材料的热工性能可分为非保温的单层压型钢板和保温复合型压型钢板。非保温的单层压型钢板目前使用较多的为彩色涂层镀锌钢板。一般为 0.4～1.6mm 厚波形板。彩色涂层镀锌钢板具有较高的耐温性和耐腐蚀性，一般使用

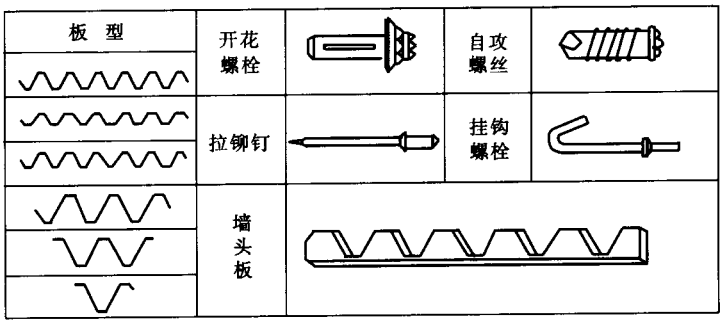


图 6-3-1-1　压型钢板板型及部分连接件

寿命可达 20 年左右。保温复合式压型钢板通常做法有两种，一种是施工时在内外两层钢板中填充以板状的保温材料，如聚苯乙烯泡沫板等；另一种是利用成品材料——工厂生产的具有保温性能的墙板直接施工安装，其材料是在两层压型钢板中填充发泡型保温材料，利用保温材料自身凝固使两层压型钢板结合在一起形成的复合式保温外墙板。

压型钢板板型、连接件见图 6-3-1-1。

3.1.2 外 墙 构 造

钢结构厂房的外墙，一般采用下部为砌体（一般高度不超过 1.2m），上部为压型钢板墙体，或全部采用压型钢板墙体的构造形式。当抗震烈度为 7 度、8 度时，不宜采用柱间嵌砌砖墙；9 度时，宜采用与柱子柔性连接的压型钢板墙体。

压型钢板外墙构造力求简单，施工方便，与墙梁连接可靠，转角等细部构造应有足够的搭接长度，以保证防水效果。图 6-3-1-2 和图 6-3-1-3 分别为非保温型（单层板）和保温型外墙压型钢板墙梁、墙板及包角板的构造图。图 6-3-1-4 为窗

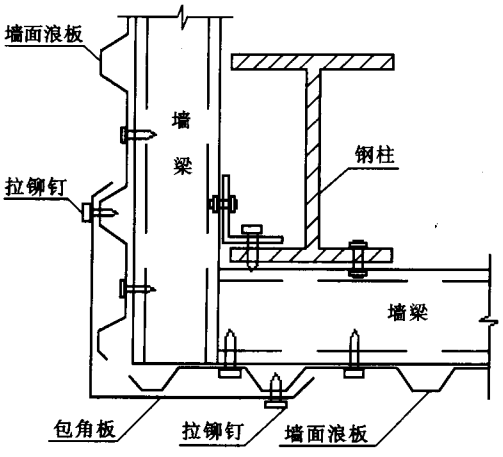


图 6-3-1-2　非保温外墙转角构造

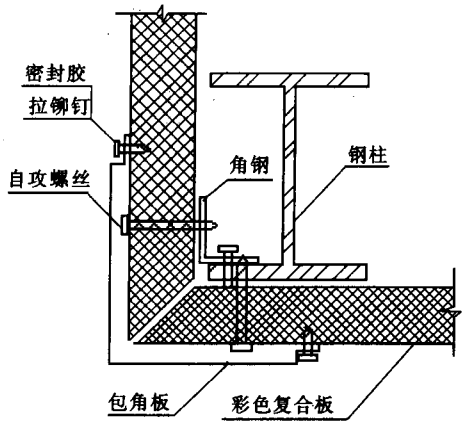


图 6-3-1-3　保温外墙转角构造

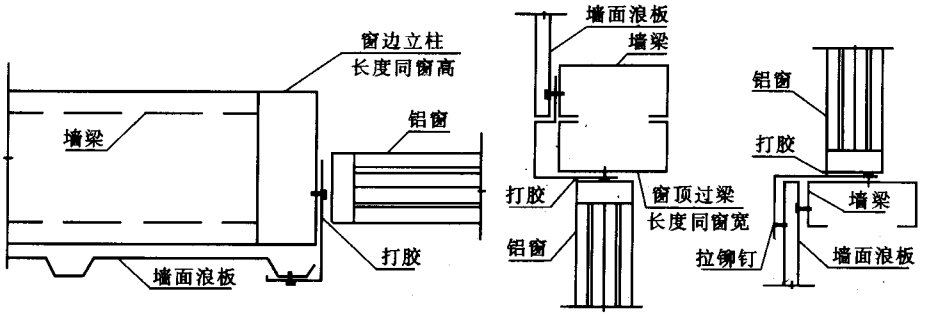


图 6-3-1-4　窗户包角构造

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

侧、窗顶、窗台包角构造。图 6-3-1-5，图 6-3-1-6 为山墙与屋面处泛水构造。图 6-3-1-7 为彩板与砖墙节点构造。

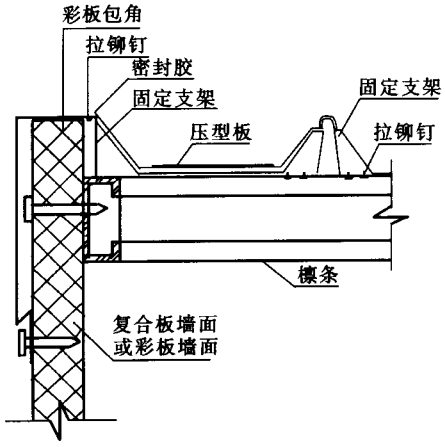


图 6-3-1-5　山墙与屋面处泛水构造

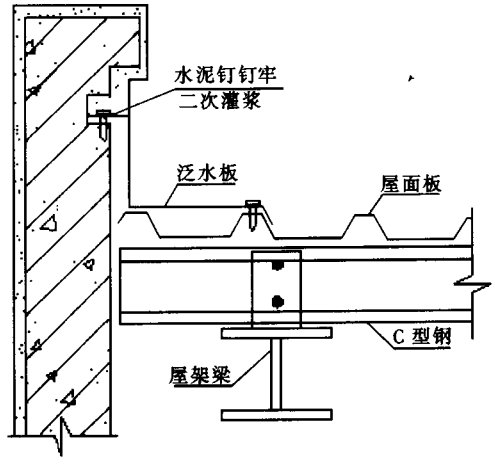


图 6-3-1-6　山墙与屋面处泛水构造

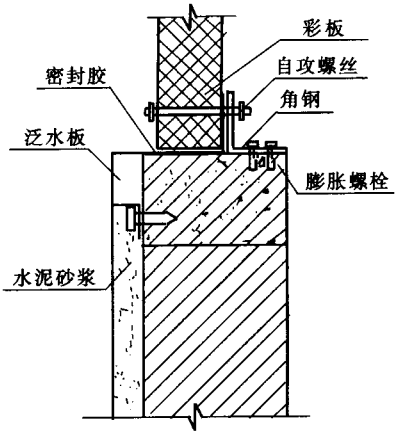


图 6-3-1-7　彩板与砖墙节点

3.1.3　围护结构（外墙、屋面板）的保温层厚度确定

寒冷和严寒地区冷加工车间冬季室内温度较低，对生产工人身体健康不利，一般应考虑采暖要求。为节约能源，不使围护结构（外墙、屋面、外门窗）流失的热量过多，外墙、屋面及门窗应采取保温措施。对于门窗，可采用保温性较好的构造形式，如复合型保温门，单框双玻、双层窗等，同时，提高门窗缝隙的密封性可有效地防止冷风渗透，改善室内热环境。

外墙及屋面的保温能力可简单地以其热阻的大小来衡量。热阻越大，通过的热量越少，其保温性能越好。但热阻过大，就意味着浪费，会增加土建投资。因此，对围护结构热阻的取值大小有一个最低限值的要求，即最小总热阻，见下式：

$$R_{o\cdot min}=\frac{t_i-t_e}{[\Delta t]}R_i n \tag{6-3-1-1}$$

式中　$R_{o\cdot min}$——围护结构最小总热阻，$m^2\cdot K/W$；

t_i、t_e——分别为冬季室内、外计算温度，℃；

$[\Delta t]$——室内空气与围护结构内表面温度的允许温差值，℃，见表 6-3-1-1；

R_i——围护结构内表面感热阻，$m^2 \cdot K/W$；

n——温度修正系数，一般取 1。

室内空气与围护结构内表面之间的允许温差［Δt］　　表 6-3-1-1

房间类型	外　墙	屋　顶
室内相对湿度 $\phi < 50\%$ 车间	10	8
$\phi = 50\% \sim 60\%$ 车间	7.5	7

围护结构总热阻不应小于最小总热阻，即 $R_o \geqslant R_{o \cdot min}$。同时，根据国家节能标准和各地气候条件，围护结构总热阻还不应小于各地区对其热阻的限值要求，即 $R_o \geqslant R'_{o \cdot min}$，二者取大值。

对于保温复合式围护结构，其热阻为：

$$R_o = R_i + R_1 + R_2 + R_3 + R_e \tag{6-3-1-2}$$

式中　R_o——围护结构总热阻，$m^2 \cdot K/W$；

R_i、R_e——围护结构内、外表面感热阻，$m^2 \cdot K/W$；

一般 $R_i = 0.115 m^2 \cdot K/W$，$R_e = 0.043 m^2 \cdot K/W$；

R_1、R_2、R_3——分别为各材料层的热阻，$m^2 \cdot K/W$；

$$R_{1,2,3} = \frac{d_{1,2,3}}{\lambda_{1,2,3}} \tag{6-3-1-3}$$

式中　d——为材料层厚度，m；

λ——为材料的导热系数，W/（m·K）。

围护结构材料类型一旦确定，可根据式 6-3-1-1、式 6-3-1-2 和式 6-3-1-3 确定出保温层所需厚度。例：西安某厂房室内相对湿度 $\phi = 55\%$，冬季室内计算温度为 16℃，室外计算温度为 -5℃，外墙热阻的限值要求为 $R'_{o \cdot min} = 1.00 m^2 \cdot K/W$。外墙采用压型钢板 + 聚苯乙烯保温板 + 压型钢板的构造，其中压型钢板的厚度为 0.53mm，聚苯乙烯保温板的导热系数为 0.07W/（m·K），压型钢板的导热系数为 58.2W/（m·K）；则其厚度计算如下：

$$R_{o \cdot min} = \frac{16 - (-5)}{7.5} \times 0.115 \times 1 = 0.322$$

$$R_o = 0.115 + \frac{0.00053}{58.2} + \frac{d}{0.07} + \frac{0.00053}{58.2} + 0.043 = 0.158 + \frac{d}{0.07}$$

因为 $R_o \geqslant R_{o \cdot min}$ 且 $R_o \geqslant R'_{o \cdot min}$，所以 $0.158 + \frac{d}{0.07} \geqslant 1.00$

$d \geqslant 0.059 m$，取 $d = 60mm$ 即可。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

3.2 压型钢板屋顶

厂房屋顶应满足防水、保温隔热等基本围护要求。同时，根据厂房需要设置天窗解决厂房采光问题。

钢结构厂房屋面采用压型钢板有檩体系，即在钢架斜梁上设置C型或Z型冷轧薄壁钢檩条，再铺设压型钢板屋面。彩色压型钢板屋面施工速度快，重量轻，表面带有色彩涂层，防锈、耐腐、美观，并可根据需要设置保温、隔热、防结露涂层等，适应性较强。

压型钢板屋面构造做法与墙体做法有相似之处。图6-3-2-1为压型钢板屋面及檐沟构造做法，图6-3-2-2为屋脊节点构造，图6-3-2-3为檐沟构造做法，图6-3-2-4为双层板屋面构造，图6-3-2-5为内天沟构造做法。

屋面采光一般采用平天窗，其构造简单，但天窗采光板与屋面板相接处防水处理要可靠。图6-3-2-6所示为天窗采光带构造做法。图6-3-2-7所示为屋面变形

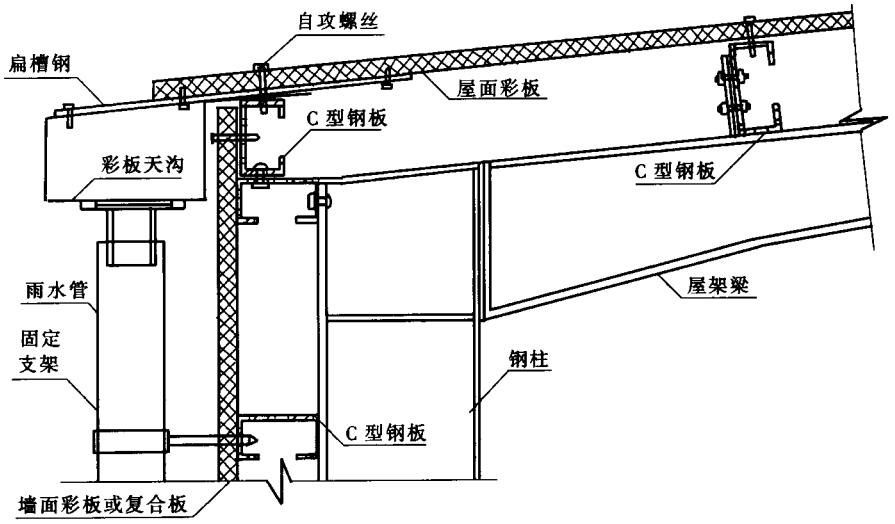


图6-3-2-1　压型钢板屋面及檐沟构造

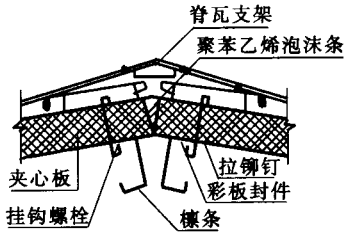


图6-3-2-2　屋脊节点构造

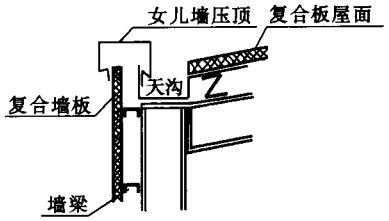


图6-3-2-3　檐沟构造

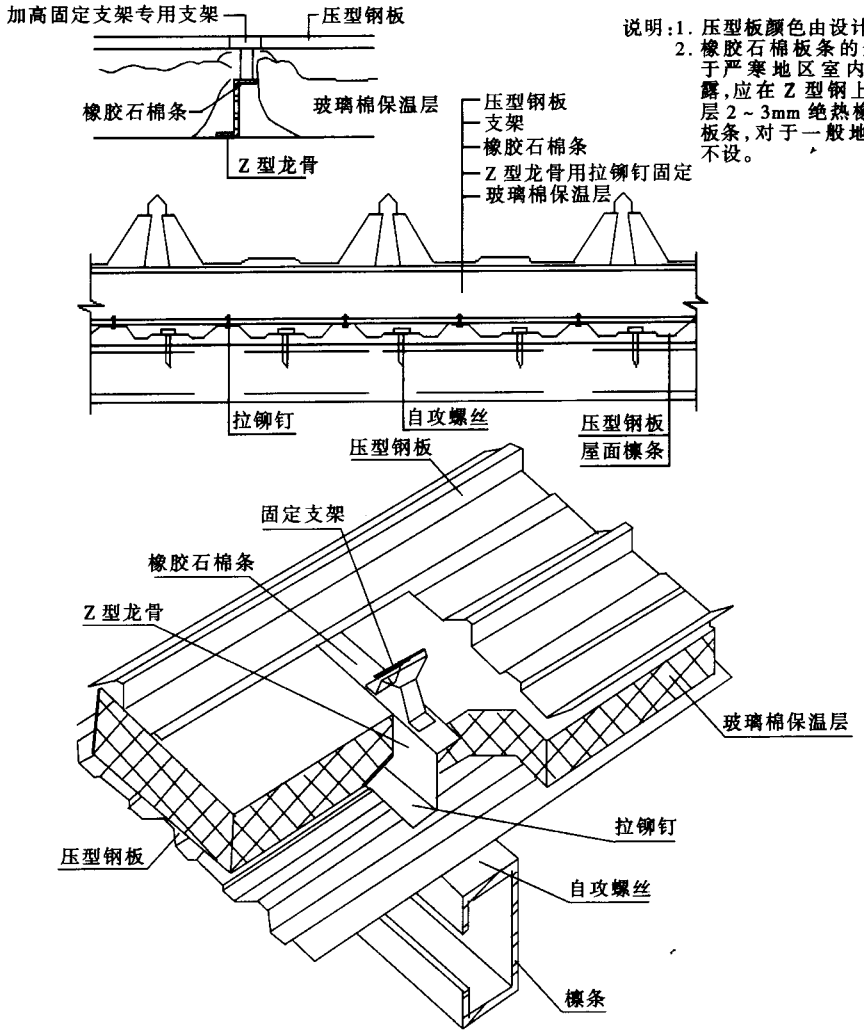


图 6-3-2-4　双层板屋面构造

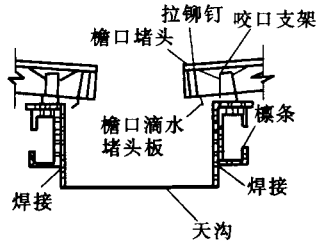


图 6-3-2-5　内天沟构造

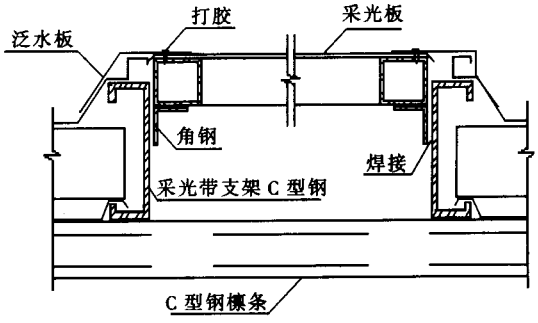


图 6-3-2-6　天窗采光带构造

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

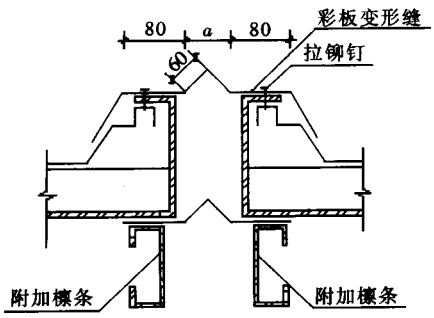


图 6-3-2-7　屋面变形缝构造

缝构造做法。

厂房屋面的保温隔热应视具体情况而确定。一般厂房高度较大，屋面对工作区的冷热辐射影响随高度的增加而减小。因此，柱顶标高在 7m 以上的一般性生产厂房屋面可不考虑保温隔热，而恒温车间，其保温隔热要求则较高。屋面的保温层厚度确定方法与墙体保温层厚度确定方法相同，此处不再赘述。

3.3　金属梯与走道板

3.3.1　金　属　梯

在厂房中由于使用的需要，常设置各种铁梯，如从地面到工作平台的工作梯，到吊车操纵室的吊车梯，以及室外到屋面去的消防检修梯等。它们的宽度一般为 600～800mm，梯级每步高为 300mm，其形式有直梯和斜梯两种。直梯的梯梁常采用角钢，踏步用 ϕ18 螺纹钢；斜梯的梯梁多用 6mm 厚钢板，踏步用 3mm 厚花纹钢板，也可用不少于 2 根的 ϕ18 螺纹钢做成。金属梯一端支承在地面上，另一端则支承在墙或柱或工作平台上，与墙结合时，应在墙内预留孔洞，钢材伸入墙后用 C15 混凝土嵌固；与钢筋混凝土构件结合时，或在构件内预埋铁件进行焊接，或采用螺栓抱箍的方式。斜梯还须设圆钢栏杆。

1. 作业平台梯

为节约钢材及减少占地，作业平台梯的坡度有 45°、59°、73°及 90°等，前三种均为斜梯，后一种为直梯。

45°坡度较小，宽度采用 800mm，其休息平台高度不大于 4800mm；59°宽度有 600 和 800mm 两种，休息平台高度不超过 5400mm；73°梯休息平台高度不超过 5400mm，当工作平台高于斜梯第一个休息平台时，可作成双跑或多跑梯；90°梯

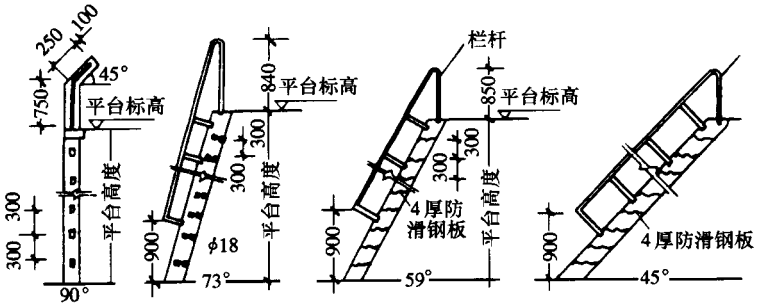


图 6-3-3-1　作业平台梯的形式

的休息平台高度不超过 4800mm。

作业平台梯的形式如图 6-3-3-1 所示。

2. 吊车梯

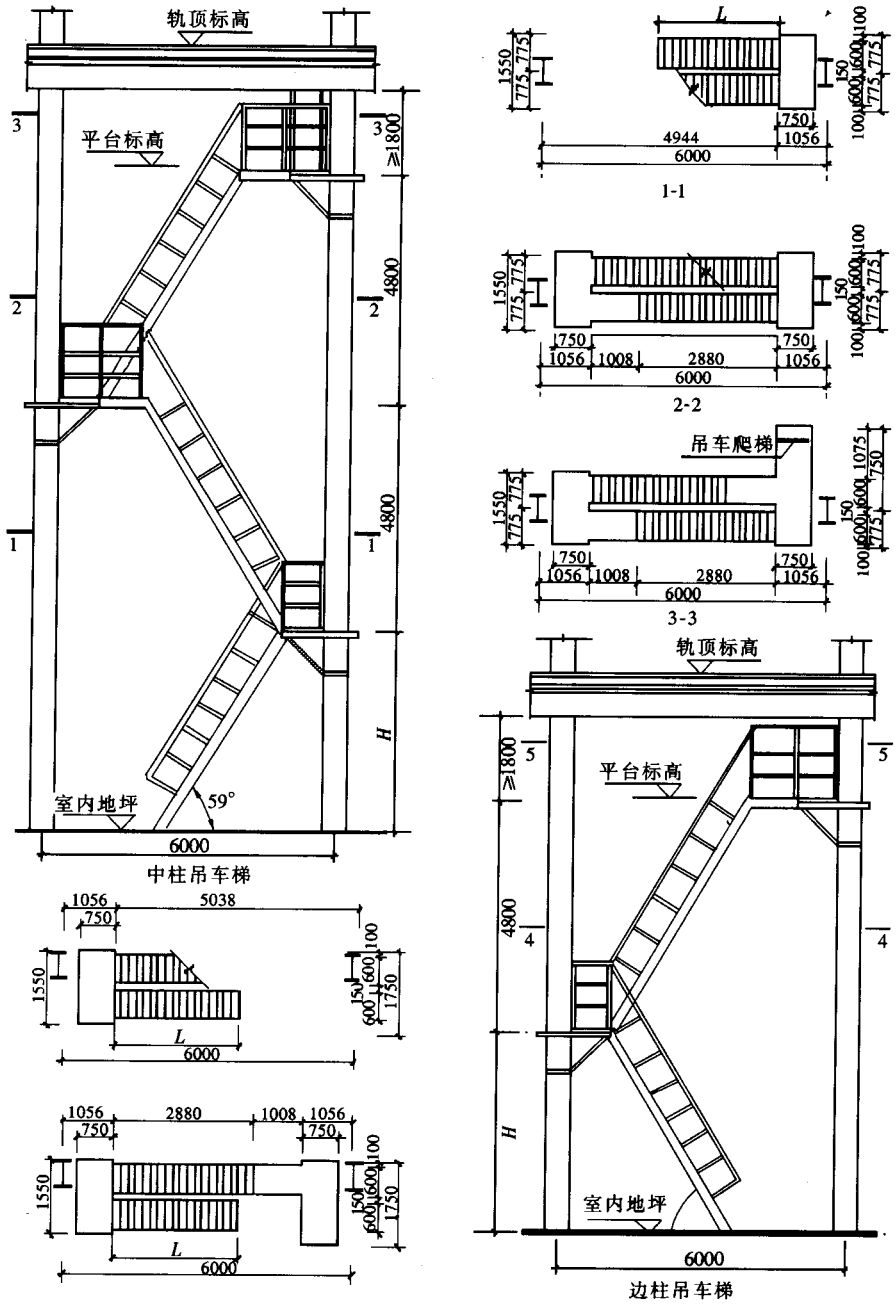


图 6-3-3-2　吊车梯

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

吊车梯是为吊车司机上下吊车而设，其位置应设在便于上吊车操纵室的地方，一般设在第二个柱距。厂房一跨内有两台吊车时，每台吊车需设一个吊车梯。有时，相邻跨的两台吊车可考虑共用一个吊车梯。

吊车梯均用型钢制作，采用斜梯，梯段有直跑和双跑两种。为避免平台处与吊车梁碰头，梯平台一般略低于桥式吊车操纵室约1000mm左右，再从梯平台设置爬梯上吊车操纵室。当梯平台的高度在5～6m时，其中间须设休息平台。当梯平台的高度在7m以上，则应采取双跑梯。吊车梯梯段的坡度为63°，宽度为600mm。

钢吊车梯的设置情况有三种：钢吊车梯位于厂房边柱；钢吊车梯位于厂房中柱，柱一侧有平台；钢吊车梯位于厂房中柱，柱两侧有平台。如厂房设有双层吊车，则可在低层吊车走道板上设置上层吊车梯。

钢吊车梯的形式如图6-3-3-2所示。

3. 消防检修梯

为了消防及屋面检修、清灰等需要，单层厂房需设置消防检修梯。相邻屋面高差在2m以上时，也应设置消防检修梯。为了便于梯的固定和避免火灾时火焰危及消防人员，其位置一般沿外墙设置。消防检修梯有直钢梯和斜钢梯两种。当厂房檐口高度小于15m时选用直钢梯，见图6-3-3-3；大于15m时宜选用斜钢梯。

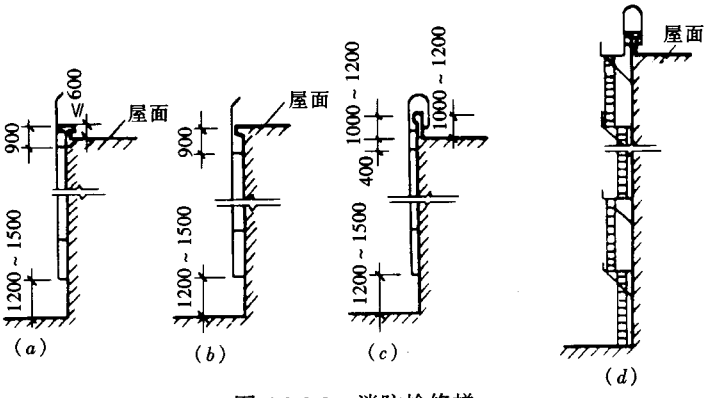


图6-3-3-3　消防检修梯

(a) 山墙设置；(b)、(c) 纵墙设置；(d) 厂房很高时消防检修

直钢梯的宽度一般为600mm；斜钢梯的宽度为800mm。为了便于管理，梯的下端距室外地面宜≥2m，梯与外墙的表面距离通常不小于250mm。梯梁用焊接的角钢埋入墙内，墙预留260mm×260mm孔，深度最小为240mm，然后用C15混凝土嵌固或做成带角钢的预制块随墙砌固。

3.3.2　走　道　板

走道板又称安全走道板，是为维修吊车轨道和检修吊车而设。走道板均沿吊

车梁顶面铺设，见图 6-3-3-4。当吊车为中级工作制、轨顶高度在 8m 以下时，宜只在吊车操纵室一侧设走道板。走道板在厂房中的位置有以下几种：

在边柱位置：利用吊车梁与外墙间的空隙设走道板。

在中柱位置：当中列柱上只有一列吊车梁时，设一列走道板，并在上柱内侧考虑通行宽度；当有两列吊车梁，且标高相同时，可设一列走道板并考虑两侧通行时的宽度；当其标高相差很大或为双层吊车，则根据需要设两层走道板。

露天跨的走道板常设在露天柱上，不设在靠车间外墙的一侧，以减小车间边柱外牛腿的挑出长度。

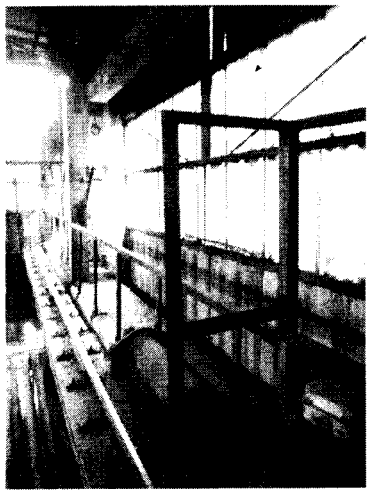


图 6-3-3-4　边柱走道板

走道板的构造一般均由支架、走道板及栏杆三部分组成。支架及栏杆均采用钢材。走道板所用材料通常多采用钢筋混凝土板或防滑钢板。

走道板上的栏杆立柱采用 ϕ22 钢筋或 ϕ25 钢管，栏杆扶手则采用 ϕ25 钢管为宜，栏杆高度为 900mm。当走道宽度未满 500mm 者，中柱的走道板栏杆应改为单面栏杆；边柱走道板的栏杆改为靠墙扶手。

走道板的支架采用 75mm 角钢制作，当走道板在中柱，而中柱两侧吊车梁轨顶同高时，走道板直接放在两个吊车梁上，可不用支架。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

第4章　工业建筑特殊构造

在有些特殊产品生产的工业建筑中，生产环境除通常的天然采光、自然通风外，还要进行防爆、防腐蚀、屏蔽和防震、噪声控制等特殊处理。这些问题涉及面广、综合性强，本章将针对防爆、防腐蚀、屏蔽等与建筑设计有关的特殊问题予以简要的叙述。

4.1　防　　爆

建筑物内物质发生爆炸时，在极短时间内释放出大量的“能”，产生大量高温高压的气体，使周围空气发生猛烈震荡，这种空气震荡的现象称为“冲击被”；它迅速向各个方向传播，在离爆炸中心一定范围内，人将会遭受冲击波、被炸裂的碎片伤害，建筑物将遭受倒塌和燃烧破坏。

爆炸冲击波的强度以大气压表示。人遭受冲击波伤害的情况与冲击波强度的关系如下：

0.2～0.3 大气压——人受轻伤；

0.3～0.5 大气压——人受中等伤；

0.5～1.0 大气压——人受重伤或死亡；

1.0 大气压以上——人大部分死亡。

对于有爆炸危险的厂房，防爆技术设施分为两大类：一类是预防性技术措施；另一类是防护性技术措施。厂房防爆除应注意建筑平面布置和结构外，可考虑采取以下技术措施。

4.1.1　通　　风

要使设备达到绝对密闭几乎不可能，不管多密闭的设备总会有一部分可燃气体、蒸汽或粉尘从生产设备及管道系统中泄漏出来，加之某些生产工艺（如喷漆）自身也会挥发出可燃物。因此，必须采用加强通风的方法使可燃气体、蒸汽或粉尘浓度不至于达到爆炸危险程度，一般浓度应控制在爆炸下限的 1/5 以下。对于既有爆炸性又对人体有害的挥发物，则浓度控制应同时满足《工业企业设计卫生标准》要求。

通风系统设计应考虑可燃气体的密度。某些密度大于空气的可燃气体，如果积聚在地沟等低洼处，也有可能达到爆炸极限，此时应在车间或库房下部设置通

风口，以便将可燃物及时吹走。从车间中排放含可燃物的空气时，应设置防爆通风系统，而且鼓风机叶片应采用碰击时不会产生火花的材料来制造，通风管内应设有防火阀门，使一处发生失火时能迅速遮断管路，避免波及他处。通风措施一般分为机械通风和自然通风两种，应尽可能采用自然通风，排风机的选择应符合爆炸危险区划分的规定。

对于存在潜在火灾危险的厂房，由于空气中含有易爆气体，风管中气体不能循环使用，这就要求排风或送风设备应有独立的风机室。例如，如果通风机室设置在厂房内，则应有隔爆墙。对于排放、输送80℃以上有燃烧、爆炸危险气体的通风设备，应由非燃烧材料制成。通风管道不宜穿过防火墙或非燃烧体楼板等分隔物，以免发生火灾时火势顺管道通过防火分隔物。

4.1.2 不发火花地面

常用的几种不发火花地面的构造如下：

1. 不发火沥青砂浆地面

不发火沥青砂浆所用的砂子、碎石可选用石灰石、白云石、大理石等。为了增强不发火沥青砂浆的抗裂性、抗张强度、韧性及密实性，可于浆料中掺入少量粉状石棉和硅藻土等。

2. 不发火混凝土地面或不发火水泥砂浆地面

不发火混凝土及砂浆的制作与普通混凝土及砂浆相同，只是注意选取不发火碎石及砂子作骨料即可。碎石粒度不超过10mm，砂子粒度为0.5～5mm，碎石用量为1m^3混凝土中不少于0.8m^3，砂子用量占碎石孔隙体积的1.1～1.3倍。



图6-4-1-1　正在施工的不发火花地面

3. 不发火水磨石地面

不发火水磨石地面的性能比不发火水泥砂浆地面好些，它不仅强度及耐磨性高，而且表面光滑平整，不起灰尘，便于冲洗，又有导电性。用于既要求防爆又要求清洁的厂房地面。它的缺点是无弹性，造价较高。

在实际设计过程中，应根据所设计房屋的用途以及当地建筑材料市场情况，进行设计和选材。图6-4-1-1为施工人员正在施工不发火花地面。

4.1.3 防　爆　墙

1. 材料选择

有爆炸危险的厂房和仓库，在发生爆炸时，往往引为火灾，因而建筑防爆墙的材料，除应具有高强度外，还应具有不燃烧性，如粘土砖、混凝土、钢筋混凝

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

土、钢板及型钢、钢绳防爆幕、砂袋等都是建造防爆墙的合适材料。

2. 防爆墙构造

防爆墙不宜穿管留洞，当必须穿越管道或设备时，需采用密封措施；如需设观察窗时，应采用钢窗、夹层玻璃；开设门洞时，应设置双门斗，并采用带有密封措施和自动关闭装置的防火门。防爆墙不可用作承重墙。防爆墙的厚度由结构计算决定外，还应分别不同情况满足防火、施工、维修等要求。防爆砖墙构造设计如下：

防爆砖墙配置钢筋有两种做法，一种是水平配置钢筋，一种是垂直配置钢筋。水平配置钢筋施工方便，所以常用水平配置钢筋防爆砖墙。图 6-4-1-2 所示为某厂二乙胺车间，整个车间只有合成工段属于有爆炸危险的甲类生产，因此厂房结构选型分别处理，合成工段选用现浇钢筋混凝土框架结构，其他工段房间则按一般要求，选用砖混结构。

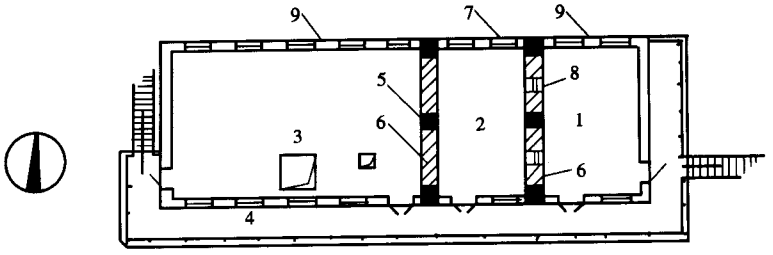


图 6-4-1-2　某厂二乙胺车间二层平面

1—仪表控制室；2—有爆炸危险生产工序；3——般生产工序；4—外走廊；5—钢筋混凝土框架结构；6—防爆墙（500mm 厚砖墙）；7—泄压窗；8—防爆观察窗；9—承重结构

4.1.4　防爆观察窗

在有爆炸危险的建筑内的操作室，为了观察工艺生产情况，往往需要设置防爆观察窗。一般尺寸以 300mm × 500mm 为宜（图 6-4-1-2）。

4.1.5　泄压构造

1. 材料选择

选择建造泄压轻质屋盖和外墙的材料，除应具有一定强度的脆性外，还应具有重量轻、耐水、不燃烧的特性，石棉水泥波形瓦由于具有上述性能，所以常用来建造此类屋盖和外墙。此外聚氯乙烯塑料波形瓦和木质纤维波形瓦遇火能燃烧，木质纤维波形瓦耐水性能较差，钢丝网水泥大波瓦、玻璃钢波形瓦、镀锌瓦垄铁都是易破碎成细块易伤人，这些瓦材不完全具有建造此类屋盖和外墙的性能，不宜选用。

2. 泄压外墙、窗、轻质屋盖构造

图 6-4-1-3 所示为泄压外墙、窗、轻质屋盖构造举例。其中泄压轻质屋盖的自重（包括保温层、找平层、防水层）应作严格控制，在一般情况下不宜大于 1.176kN/m^2。有保温层泄压轻质屋盖除适用于寒冷地区采暖保温要求的有爆炸危险厂房和仓库外，还适用于炎热地区有隔热降温要求的有爆炸危险厂房和仓库。此类屋盖构造设计是在石棉水泥波形瓦上面铺设轻质水泥砂浆找平层和保温层、防水层，由于其自重不宜大于 1.176kN/m^2，因而保温层必须选用容重小的保温材料，如泡沫混凝土、加气混凝土、水泥膨胀蛭石、水泥膨胀珍珠岩等一类保温材料（图 6-4-1-3）。

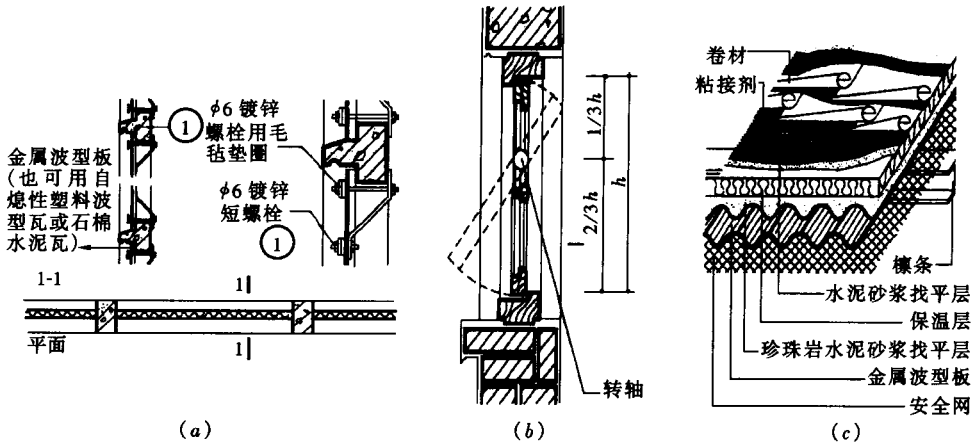


图 6-4-1-3　泄压构造举例

（a）泄压金属外墙构造；（b）泄压窗构造；（c）有保温层泄压轻质屋盖

泄压轻质外墙分布要合理，应靠近可能发生爆炸的部位。最好是设置泄压轻质屋盖，以朝向天空泄压，使爆破碎片朝向天空释放，避免碎片直接击中人员。设置泄压轻质外墙时，不要朝向人员较多的地方和主要交通道路。

4.2　防　腐　蚀

在工业生产过程中，建筑结构的某些部位或部件经常受到化学介质的作用而逐渐破坏，各种介质对材料所产生的破坏作用，通常称为腐蚀。

4.2.1　腐蚀性分级

腐蚀性介质按其形态和作用部位分为五大类：气态介质、腐蚀性水、酸碱盐溶液、固态介质和污染土。介质对建筑材料的腐蚀性等级根据介质的类别，结合环境湿度、作用量大小等因素确定，分为：强、中、弱、无四级。建筑材料是取建筑上部结构构配件的常用材料：钢筋混凝土、素混凝土、砖砌体、木、钢、

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

铝。

4.2.2 防腐蚀构造

建筑防腐蚀构造设计的任务是选择经济适用的材料，采用合理的防护构造，防止由于腐蚀性介质的作用而影响建筑物、构筑物的使用和耐久性。

1. 基础防腐蚀

地基与基础的腐蚀因素包括有地下水和土壤的侵蚀性；生产中侵蚀性液体沿地面渗入地下的污染；工业污水管或检查井中酸性污水的渗漏；杂散电流漏入地下引起对金属的电化学腐蚀等。

酸性介质渗入土壤造成地下水及土壤的酸化，对基础造成腐蚀。在亚粘土中与土壤内的金属盐类作用生成新的结晶物。当遇有地下水流作用时，又使部分结晶物溶解消失，造成土壤孔隙率增加，导致地基下沉量加大，承载能力降低。

(1) 基础材料的选择

受液相腐蚀建筑物的基础材料，应采用毛石混凝土、素混凝土或钢筋混凝土；钢筋混凝土的强度等级不应低于C20，毛石混凝土和素混凝土的强度等级不应低于C15。

(2) 基础埋置深度的要求

当地面上有较多的硫酸、氢氧化钠、硫酸钠等液体作用时，基础的埋置深度不宜小于1.5m。

(3) 基础、基础梁的表面防护

当腐蚀性等级为强级或中级时，基础底部设耐腐蚀（碎石灌沥青）垫层，表面涂冷底子油二道，沥青胶泥两道或涂环氧沥青厚浆涂料二道，如图6-4-2-1所示。基础梁表面包裹环氧沥青玻璃布两层；或包沥青玻璃布二层或涂环氧沥青厚浆涂料两道。当腐蚀性等级为弱级时，基础不加防护，基础梁表面涂冷底子油和沥青胶泥两道。

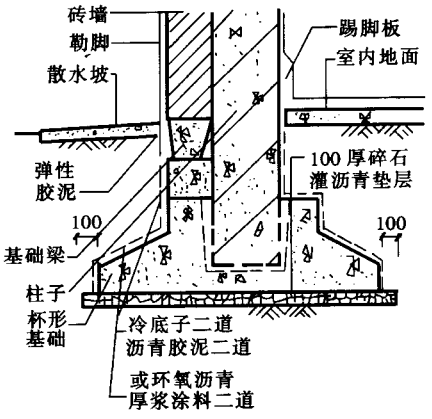


图6-4-2-1　基础、基础梁的表面防护构造

2. 楼地面防腐蚀

地面的面层材料，除受到腐蚀性介质的作用外，还会受到各种机械磨损或冲击作用。各种面层材料都具有各自的特性。水玻璃混凝土，虽然耐酸性能好，机械强度较高，亦耐较高温度，但不耐氢氟酸、不耐碱性介质、抗渗性差，耐水性亦欠佳。树脂类材料面层，具有耐中等浓度的酸、耐碱、致密、强度高等优点，但不耐浓酸、不耐高温、对有些介质不耐腐蚀；软聚氯乙烯面

层，耐中等浓度的酸、耐碱、耐水，但耐磨性差，不耐冲击、易老化等。因此要根据腐蚀介质正确选择面层材料。楼地面的防护作用主要是防止腐蚀性介质对楼地面的腐蚀，对楼板和基础等下层结构起保护作用。

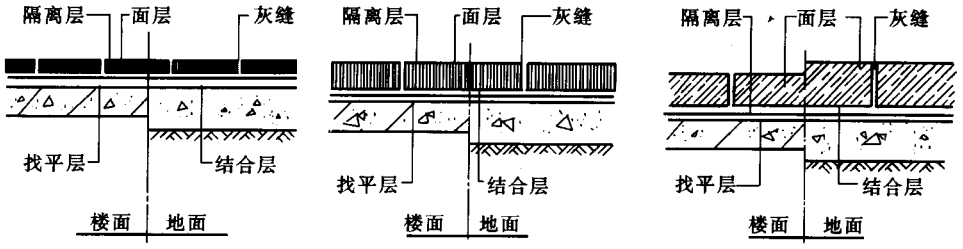


图 6-4-2-2　块材楼、地面防腐构造层次

（1）楼地面组成层次及各层次的作用和要求（图 6-4-2-2）

1）面层　面层直接承受介质的腐蚀和摩擦、冲击等机械作用。应具有良好的耐腐蚀性和一定的热稳定性和抗渗、抗压、抗冲击、耐磨等机械性能。在工程中使用颇多的是耐酸石材，耐酸石材包括花岗石、石英石等，这些石才均有优良的耐蚀性及优良的物理机械性能。目前已经推广的还有树脂砂浆、树脂稀胶泥面层。

2）结合层　结合层起粘结面层和下面层次的作用，采用耐腐蚀材料或水泥砂浆。面层及灰缝材料好或腐蚀轻微时，才采用 1:2 或 1:3 水泥砂浆。当块材地面的灰缝与结合层采用不同材料时，用刚性材料勾、灌缝的块材，不应采用柔性结合层，否则当地面受到重力冲击时，会造成灰缝处开裂。

3）隔离层　隔离层可提高地面的抗渗能力和弥补面层的不足，从总体上提高防腐地面工程的可靠性。隔离层应采用具有一定耐腐蚀的防水材料。适用作隔离层的主要有以下两类：一是沥青类：各种聚合物改性沥青卷材、橡胶改性沥青卷材、沥青玻璃布卷材等。二是合成高分子类：聚氯乙烯卷材、氯化物乙烯卷材、聚乙烯卷材及各种高分子防水涂料等。

4）找平层　找平层一般供粘贴隔离层用。树脂材料的找平层用 1:2 水泥砂浆，其他找平层用 1:3 水泥砂浆。

5）垫层　垫层承受楼、地面自重和楼、地面传来的荷载。混凝土垫层厚度不宜小于 120mm，强度不低于 C15。钢筋混凝土楼板应有足够的强度和刚度。

6）基土层　基土层承受上部所有重量和荷载。基土层应尽量避免回填土。

（2）地漏防腐蚀

地漏是腐蚀性厂房中楼层地面或底层地面的重要配件。因此地漏要选择耐腐蚀而有一定强度的材料，尺寸比普通排水地漏要大，而且在构造上要严密，关键是防止连接处的渗漏。

（3）地面变形缝防腐蚀

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

地面变形缝是防腐蚀的薄弱环节，腐蚀性介质极易在此处渗漏造成腐蚀，故必须作严密的防渗漏处理。一般在缝底设置能变形的伸缩片，其上嵌入耐腐蚀、有弹性且粘结性能好的材料，如聚氯乙烯胶泥等。

厂房防腐蚀设计尚应注意其中的金属构件防腐蚀问题。

4.3 屏　蔽

屏蔽主要是抑制外来的或向外的电磁波干扰或电场和磁场干扰的措施。屏蔽室即为隔绝（或减弱）室内或室外电磁场和电磁波干扰的房间，使通讯－电子设备、系统和子系统在特定的工作环境中正常工作。屏蔽室是电磁兼容（EMC）技术和电磁干扰（EMI）控制技术的综合应用。屏蔽方式一般可有以下几种：

1. 静电屏蔽

主要抑制干扰源产生的电荷和静电荷电场，静电屏蔽是把屏蔽空间用导电金属几何封闭，遮挡电力线通过，不要求无缝连结，对金属外壳进行电磁连接，且必须接地。

2. 磁屏蔽

用以抑制磁场的影响，采用高导磁率的铁磁物质封包屏蔽室和磁设备。建筑上常用的铁磁材料为镀锌铁皮。对磁场的有效屏蔽较困难，根据低频磁场辐射不远的原理，使磁干扰源远离试验区域，是一种简便和有效的措施。

3. 电磁屏蔽

利用电磁波穿过金属屏蔽层的反射损耗和二次反射损耗将干扰场削弱，屏蔽层应是电磁封闭的。任何孔洞、缝隙和进出管线、电源线、信号线都需采取相应措施。一般应用一点接地。

4. 电磁波吸收室、半暗室、或无回波场地

为了抑制屏蔽室电磁波乱反射，发射场地的反射干扰，采用尖楔形吸波材料构成无回波电磁波暗室或半暗室，或采用定向反射造成区域性无回波场地。

4.3.1 屏蔽室设计时考虑的主要因素

1. 频率范围

屏蔽室因所屏蔽的波段范围不同，采用的屏蔽方式也随之不同，选用不同的材料和构造，配置不同的设备，施工方法也不相同。

当频率 < 10kC 时往往可采用静电屏蔽和磁屏蔽作法。频率 > 10kC 时则必须采用电磁屏蔽和吸收暗室作法。

2. 屏蔽效能

空间任一点未加屏蔽时电磁场场强或功率大小与屏蔽后电磁场或功率大小的比值函数称为屏蔽效能 R（R 在 0～120dB 之间）：

$$R = 20\log\frac{H_1}{H_0} = 20\log\frac{E_1}{E_0} = 20\log\frac{V_1}{V_0} \qquad (5\text{-}4\text{-}3\text{-}1)$$

或

$$R = 10\log\frac{P_1}{P_0} \qquad (5\text{-}4\text{-}3\text{-}2)$$

其中：屏蔽后磁场强度为 H_1，电场强度为 E_1，电压强度为 V_1，功率为 P_1；H_0、E_0、V_0、P_0 均为未屏蔽的强度。

4.3.2　门窗口屏蔽作法

1. 指形弹簧作法

使用铍铜或磷铜弹性片形成电接触。为增加屏蔽效果采用二层或三层指簧多重屏蔽。如图 6-4-3-1（a）。

2. 插刀作法

使用插刀插入指形弹簧沟槽内，一个插刀插入槽内形成二层指簧屏蔽、一层网式接触和双边磁性封闭，因此对磁场、低频、平面波、射频微波段均有很好的屏蔽效果。用插刀或屏蔽门屏蔽效果最好。如图 6-4-3-1（b）。

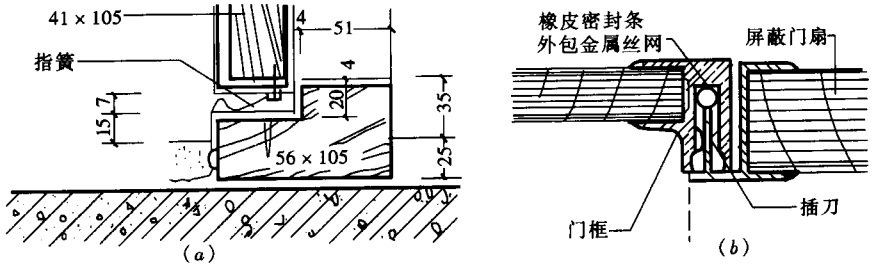


图 6-4-3-1　门窗口屏蔽作法

（a）指形弹簧作法；（b）插刀作法

3. 多叠金属箔气压密封

以气压使多叠金属箔压紧接触面，特别适合不频繁开闭的高大门体。

4.3.3　屏蔽用成品

由于屏蔽具有专业性和严格性，有专门厂家提供各类专用成品和专用屏蔽室等。按不同的技术经济指标选购有关整体屏蔽室或专用部件及屏蔽门、波导窗、电源滤波器等。为了保证质量，最好使用专业厂商制品和专业施工单位。

4.3.4　屏蔽构造与施工

屏蔽室中的屏蔽层与地面应有良好的绝缘处理。施工须保持清洁，不得有施

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

工废料如铁钉、钢筋等留在屏蔽之间。基层找平应平整。屏蔽层焊接后应进行超声波探伤检查焊接的可靠性。屏蔽层施工完毕后，应再进行屏蔽层效能测试。屏蔽室各部做法简述如下（图6-4-3-2）：

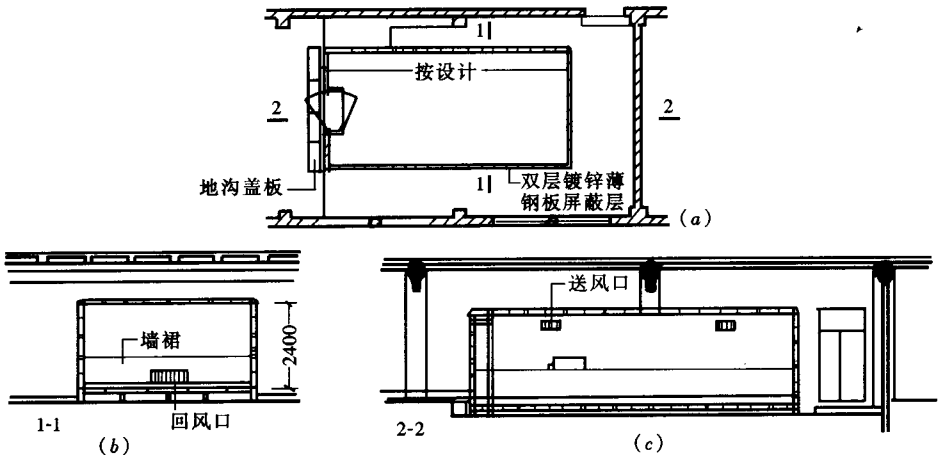


图6-4-3-2　屏蔽用成品室

（a）平面图；（b）1-1剖面图；（c）2-2剖面图

（1）沿室内顶棚、墙面、地面、门、窗连接满铺镀锌铁丝网构成封闭的六面屏蔽整体。

（2）屏蔽材料用铁丝纺织的10×10方孔镀锌网或钢板网，在施工前应进行检查，如有浮锈、油垢等均须清除干净。铁丝网应整体刷锡。

（3）屏蔽铁丝网的搭接长度为50，随铺随用锡焊牢（在靠电气接触点间隔应<100），焊条用含锡量>50%的铅锡合金。焊接完毕经检查合格后，须涂防锈漆一道。

（4）施工时不得将建筑材料遗留在屏蔽夹层内，尤其是铁磁性材料，施工程序为：先底、里，后外面。还必须与有关工种密切配合。

（5）地面

1）在施工地面及地沟混凝土垫层时，应预埋绑扎屏蔽铁丝网用75长铁钉，中距500双向。绑扎处应再用铁丝网覆盖且焊接良好。

2）地面及地沟混凝土垫层下部及四周应做100厚3:7灰土，用以加强防潮，保护屏蔽铁丝网不受腐蚀。

3）如室内有设备基础，应该在基础面及四周围做屏蔽铁丝网，焊成整体，并做防潮层及保护层。

（6）顶棚

1）在预制钢筋混凝土板缝内用ϕ8钢筋吊平顶搁栅中距500，绑扎屏蔽层铁丝网用16号镀锌铁丝中距500双向。绑扎处应再做铁丝网覆盖且焊接良好，穿

过屏蔽处应用夹板固定且焊接良好。

2）现浇钢筋混凝土顶板内预埋16号镀锌铁丝中距500双向。

（7）墙身

1）在砌承重墙时应预埋60×120×120防腐木砖，中距500双向，内墙面原浆刮平。屏蔽铁丝网用U形钉固定于木砖上，再覆盖铁丝网封焊良好，然后用M10水泥砂浆砌筑砖衬墙，横竖灰缝砂浆必须密实饱满。用125长铁钉钉于防腐砖上，中距500双向，做衬墙锚拉，锚接金属穿过屏蔽层处应用夹板封焊，衬墙门窗口处应附加钢筋混凝土过梁。

2）穿墙金属管道在穿墙处应加套管，套管长为其直径的4～5倍，套管靠室内一端与金属管道周围焊牢，套管与墙身屏蔽铁丝网周围用锡焊牢。

（8）门窗

1）门框、门扇采用一级松木、含水率＜15%，胶合板采用二等板，施工应按图纸及说明要求在现场制作，以保证门框、门扇尺寸准确。当门关闭时能使磷铜梳形片与门框镀铬扁钢压条接触良好。

2）门框四周包边的扁刚压条表面镀铬，以保证良好的电气接触。连接处用锡焊牢，不得有间断。所有露面钉头，孔缝全部用锡焊满，表面磨平。

3）门扇四周梳形片应用冲床冲出，表面应平直，边缘应无毛刺。

4）梳形片用镀铬扁钢压条及木螺钉钉固于门扇上，然后梳形片与门扇包边扁钢用木钉固定并焊锡。

5）窗选用32钢窗料，一层玻璃及一层镀锌铁丝网作屏蔽层。纱窗与窗框及窗框与四周墙面屏蔽铁丝网通长用锡焊牢。

6）屏蔽效能80dB左右。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

主要参考文献

1 建筑设计资料集（第二版）1～10. 中国建筑工业出版社

2 李雄飞、巢元凯主编．快速建筑设计图集（上、中、下）．中国建筑工业出版社

3 ［日］建筑资料研究社编，朱首明等译．建筑图解辞典（上、中、下）．中国建筑工业出版社

4 国外建筑设计详图图集 1～4. 中国建筑工业出版社

5 黄存汉编著．建筑抗震设计技术措施．中国建筑工业出版社

6 杨善勤、郎四维、涂逢祥编著．建筑节能．中国建筑工业出版社

7 渡边邦夫、大泽茂树、近角真一著．钢结构设计与施工．中国建筑工业出版社

8 韩建新主编．建筑装饰构造．中国建筑工业出版社

9 娄述渝、林夏编译．法国工业化住宅设计与实践．中国建筑工业出版社

10 中国建筑标准设计研究所主编．住宅建筑构造（03j930-1）．中国建筑标准设计研究所

11 张建荣主编．建筑结构选型．中国建筑工业出版社

12 罗福午、张惠英、杨军编著．建筑结构概念设计及案例．清华大学出版社

13 英格伯格·弗拉格等编，李保峰译．托马斯·赫尔佐格 建筑＋技术．中国建筑工业出版社

14 颜宏亮编著．建筑特种构造．同济大学出版社

15 黄华生编著．建筑外墙香港案例．中国计划出版社 贝思出版有限公司

16 刘昭如编著．建筑构造设计基础．科学出版社

17 丁洁民主编．同济大学建筑设计研究院作品选（1998～2000）．中国计划出版社

18 上海八十年代高层建筑编辑部．上海八十年代高层建筑．上海科学技术文献出版社

19 《工业建筑防腐蚀设计规范》国家标准管理组．建筑防腐材料设计与施工手册．化学工业出版社

20 北京东方雨虹防水技术股份有限公司的施工现场实录

21 建工集团上海市建筑装饰工程有限公司的施工现场实录

普通高等教育土建学科专业"十五"规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

责任编辑：王音响

封面设计：冯秋萍

ISBN 7-112-07540-8

9 787112 075409 >

(13494)定价：49.00元

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载